HISTOLOGIE SPECIALĂ ȘI EMBRIOLOGIE

Viorel MICLĂUȘ

Adrian Florin GAL

Vasile RUS

Flavia RUXANDA

© Copyright 2017

Toate drepturile rezervate. Nici o parte din această lucrare nu poate fi reprodusă sub nici o formă, prin nici un mijloc mecanic sau electronic, sau stocată într-o bază de date, fără acordul prealabil, în scris, al autorilor.

e-ISBN : 978-973-744-645-9

Director editură – Șef lucr. dr. **Dan VODNAR**

Referenţi ştiinţifici:

Prof. dr. **Cornel CĂTOI**
Universitatea de Ştiinţe Agricole şi Medicină Veterinară Cluj-Napoca
Prof. dr. **Liviu OANA**
Universitatea de Ştiinţe Agricole şi Medicină Veterinară Cluj-Napoca

Materialul didactic a fost prezentat în şedinţa Departamentului I-Preclinic al Facultăţii de Medicină Veterinară la data de 13.09.2017 şi aprobat în Consiliul DidacticUSAMV în luna decembrie 2017.

Editura AcademicPres
Universitatea de Ştiinţe Agricole şi Medicină Veterinară Cluj-Napoca
Calea Mănăştur, nr. 3, 400372 Cluj-Napoca
Tel. 0264-596384
Fax. 0264-593792
E-mail: eap@usamvcluj.ro

Cuprins

SISTEMUL CARDIOVASCULAR....5
Sistemul vascular sanguin....5
Vasele sanguine....5
Arterele....7
Arterele specializate....12
Capilarele....12
Venele....14
Particularităţi ale anumitor vene....16
Anastomozele arteriovenoase....17
Inima....17
Vasele limfatice....20
ORGANELE HEMATOLIMFOPOETICE....22
Măduva hematogenă....22
Timusul....24
Bursa lui Fabricius....27
Limfonodulii....29
Hemoganglionii....32
Splina....33
Ţesutul limfoid asociat mucoaselor....36
SISTEMUL DIGESTIV....37
Cavitatea bucală....37
Buzele şi obrajii....37
Limba....38
Dinţii....39
Faringele....42
Esofagul....43
Compartimentele pregastrice de la rumegătoare....44
Rumenul....44
Reţeaua....45
Foiosul....45
Stomacul....46
Stomacul la păsări....49
Stomacul glandular....49
Stomacul muscular....50
Intestinul subţire....51
Intestinul gros....54
Glandele salivare....56
Parotida....57
Submaxilara....58
Sublinguala....59
Ficatul....59

Căile biliare intrahepatice 62
Căile biliare extrahepatice 63
Vezica biliară 65
Pancreasul 66
Pancreasul exocrin 66
Pancreasul endocrin 67
SISTEMUL RESPIRATOR 69
Cavităţile nazale 69
Rinofaringele 70
Epiglota 70
Laringele 71
Traheea 71
Bronhiile mari 73
Pulmonii 73
Căile aerifere 73
Parenchimul pulmonar 75
SISTEMUL URINAR 79
Rinichiul 79
Medulara renală 79
Corticala renală 80
Nefronul 81
Tubii colectori 87
Interstiţiul renal 88
Căile urinare 89
Calicele 89
Bazinetul 90
Ureterul 90
Vezica urinară 91
Uretra 92
Uretra masculului 92
Uretra femelei 93
SISTEMUL GENITAL MASCUL 94
Testiculul 94
Celulele spermatogene 95
Spermatogoniile 95
Spermatocitele 96
Spermatidele 96
Spermatozoizii 96
Celulele Sertoli 96
Ţesutul interstiţial 97
Celulele interstiţiale Leydig 97
Căile spermatice 98
Căile spermatice intratesticulare 98
Tubii drepţi 98
Rete testis 98

Căile spermatice extratesticulare 98
Canalele eferente 98
Canalul epididimar 99
Canalul deferent 99
Canalul ejaculator 100
Glandele anexe ale sistemului genital mascul 100
Veziculele seminale 100
Prostata 101
Glandele bulbouretrale 103
Penisul 103
SISTEMUL GENITAL FEMEL 105
Ovarul 105
Zona medulară 106
Zona corticală 107
Foliculii primordiali 108
Foliculii primari 108
Foliculii secundari 109
Folicului matur 110
Atrezia foliculară 111
Atrezia foliculară 112
Formarea corpului galben 113
Oviductul 114
Uterul 116
Cervixul 117
Vaginul 118
Glandele mamare 119
ORGANELE DE SIMŢ 123
Ochiul 123
Învelişul extern 123
Învelişul mijlociu 124
Învelişul intern 125
Urechea 128
Urechea externă 128
Urechea medie 129
Urechea internă 130
Organul echilibrului 130
Organul auzului 130
Pielea 133
Epidermul 133
Dermul 136
Hipodermul 136
Anexele pielii 137
Părul 137
Glandele pielii 139
Receptorii nervoşi din piele 140

Mucoasa olfactivă 141
Mugurii gustativi 142
EMBRIOLOGIE GENERALĂ 144
Gametogeneza 144
Spermatogeneza 144
Spermatozoidul 147
Ovogeneza 149
Fecundaţia 151
Embriogeneza 155
Segmentarea 156
Morula 157
Blastula 158
Implantarea şi nidarea 159
Gastrula 161
Evoluţia endodermului 163
Evoluţia mezodermului 164
Evoluţia ectodermului (neurula) 166
Placenta 167
Dezvoltarea placentei 168
Componenta fetală 168
Componenta maternă 170
BIBLIOGRAFIE 177

SISTEMUL CARDIOVASCULAR

Celulele fac schimburi permanente cu mediul extracelular, mai exact cu lichidul interstiţial. De aici celulele preiau substanţele nutritive, oxigenul şi tot aici elimină produşii de catabolism şi dioxidul de carbon. Pentru ca aceste schimburi să se desfăşoare în condiţii optime, este necesar ca lichidul interstiţial să fie împrospătat mereu, adică la nivelul său să sosească în permanenţă substanţe nutritive şi oxigen, iar produşii de catabolism şi dioxidul de carbon să fie îndepărtate. Substanţele nutritive şi oxigenul ajung la nivelul lichidului interstiţial prin intermediul sângelui, iar îndepărtarea produşilor de catabolism şi a dioxidului de carbon este realizată de sânge şi limfă. În felul acesta se asigură menţinerea constantă, cantitativă şi calitativă, a lichidului interstiţial, în toate regiunile corpului. Sângele şi limfa circulă printr-un sistem tubular închis care poartă numele de sistem cardiovascular. Sistemul cardiovascular este format din sistemul vascular sanguin şi sistemul vascular limfatic.

Sistemul vascular sanguin

Sistemul vascular sanguin este format din inimă (organ cavitar) şi vase sanguine (structuri tubulare). Inima funcţionează ca o pompă, iar vasele sanguine sunt structuri tubulare ramificate, de calibru variabil (în funcţie de poziţia faţă de inimă).

Vasele sanguine

Vasele sanguine sunt structuri tubulare prin care sângele circulă de la inimă la ţesuturi şi de la ţesuturi înapoi la inimă. Vasele sanguine sunt reprezentate de artere, capilare şi vene. Din punct de vedere structural, pereţii

arterelor şi venelor sunt formaţi din trei tunici dispuse concentric (de la interior spre exterior): intima, media şi adventiţia.

Intima căptuşeşte vasele la interior şi este formată din endoteliu şi un strat subendotelial. Endoteliul este reprezentat de un rând de celule pavimentoase, dispuse pe membrana bazală. Stratul subendotelial este format din fibre de colagen, reticulină şi elastice, rare celule conjunctive şi ocazional celule musculare netede izolate, cuprinse toate într-o substanţă fundamentală amorfă. În cazul capilarelor, peretele este format numai din intimă. La artere, intima este separată de medie prin limitanta elastică internă.

Media constituie componenta *dinamică* a vaselor. În cazul arterelor, tunica medie poate fi de tip elastic sau muscular, iar la vene poate fi fibroasă, fibroelastică sau musculofibroasă. La artere, media este separată de adventiţie prin limitanta elastică externă.

Adventiţia reprezintă componenta ce conferă *rezistenţă* vaselor. Ea este constituită din fibre de colagen orientate longitudinal şi oblic, incluse într-o reţea de fibre elastice. Pe lângă elementele fibrilare se întâlnesc rare fibrocite şi adipocite.

Arterele şi venele cu diametrul de peste 1 mm, au în adventiţia lor vase de sânge, numite *vasa vasorum*. Aceste vase se termină printr-o reţea densă de capilare ce penetrează până la nivelul mediei, atât la artere, cât şi la vene, asigurând astfel nutriţia adventiţiei şi jumătăţii externe a mediei. Nutriţia intimei şi a părţii interne a mediei, se realizează prin imbibiţie cu plasmă din sângele circulant. Reţele de vase limfatice se găsesc în adventiţia multor artere şi vene mari.

Pereţii vaselor de sânge sunt bogat inervaţi de axoni nemielinizaţi (vasomotori), ce provin din ganglionii simpatici. Ei pătrund în adventiţie şi

se termină la nivelul celulelor musculare ale mediei. Fibre nervoase mielinizate cu funcţie receptoare (senzitivă), se găsesc sub formă de terminaţii libere, în special în adventiţie.

Arterele

Arterele preiau sângele pompat din inimă sub formă de jeturi intermitente şi îl transportă până la nivelul capilarelor unde, pentru a se putea realiza schimbul între sânge şi ţesuturi, este nevoie ca circulaţia lui să fie lentă şi continuă. Uniformizarea şi încetinirea treptată a vitezei de scurgere sunt asigurate prin elasticitatea şi forţa elementelor din structura peretelui arterelor.

De la inimă până la reţeaua de capilare întâlnim, dispuse unele în continuarea celorlalte, următoarele tipuri de artere: artere mari, artere mijlocii și mici, arteriole şi metarteriole.

Arterele mari preiau sângele de la inimă și îl transportă până la arterele mijlocii. Structura lor nu este identică așa că sunt împărțite în două categorii: artere elastice și artere de tranziție.

Arterele elastice sunt reprezentate de aortă şi principalele ei ramificaţii. Pereţii acestor artere sunt relativ subţiri comparativ cu lumenul.

Intima este formată din endoteliu, membrană bazală şi strat subendotelial. Endoteliul este alcătuit din celule endoteliale dispuse pe o membrană bazală şi solidarizate între ele prin joncţiuni ocludente. Celulele endoteliului vascular au nuclei aplatizaţi, iar în citoplasmă prezintă organite comune, vezicule de pinocitoză, corpusculi denşi (vizibili la microscopul electronic) ce conțin factorul VIII de coagulare a sângelui. Stratul subendotelial, bine reprezentat, conţine fibre de colagen, fibre elastice,

fibrocite, rare fibroblaste precum şi fascicule rare şi mici de celule musculare netede.

Media conţine lamele elastice, fenestrate, dispuse concentric, a căror număr diferă de la o specie la alta (40-60 la un animal de talie medie). Aceste lamele se anastomozează formând reţele elastice complexe. Spaţiul dintre lamelele elastice este umplut cu substanţă fundamentală amorfă, în care se găseşte o reţea elastică fină, fibrocite, fibroblaste şi celule musculare netede cu dispunere spiralată. Media este flancată de cele două limitante elastice (internă și externă). Datorită faptului că cele două limitante elastice sunt formate tot din lame elastice fenestrate cu dispunere concentrică, acestea sunt greu de deosebit de cele din structura mediei. Astfel primele 2-3 lame elastice (dinspre lumenul vasului) formează limitanta elastică internă, iar ultimele 3-4 lame elastice (dinspre adventiție) formează limitanta elastică internă.

Adventiţia este alcătuită din fibre de colagen şi fibre elastice dispuse longitudinal sau spiralat, fibrocite, rare fibroblaste, macrofage și uneori adipocite. Ea este subţire şi nu poate fi delimitată cu precizie de ţesutul conjunctiv înconjurător. În structura ei sunt prezente vasele nutritive ale arterelor (vasa vasorum) şi fibre nervoase mielinice şi amielinice (nervi vasorum).

Participarea proporţională a celor trei tunici la formarea peretelui arterelor elastice este aproximativ următoarea: intima până la 5%, media 80% şi adventiţia 15%.

Arterele elastice asigură uniformizarea scurgerii coloanei de sânge. Sângele este propulsat din inimă intermitent (sub formă de jeturi), cu o anumită forţă, motiv pentru care el exercită o presiune asupra pereţilor vasculari. Această presiune determină dilatarea lumenului, deoarece

structurile elastice din peretele arterelor se extind şi înmagazinează o parte din presiunea exercitată asupra lor de către coloana de sânge evacuată din inimă, în cursul sistolei ventriculare. În cursul diastolei însă, fibrele elastice revin la dimensiunea lor iniţială (se "contractă" pasiv) iar celulele musculare completează acest proces (prin contracţie activă), ceea ce are ca rezultat propulsia surplusului de sânge. În felul acesta, scurgerea coloanei de sânge înspre vasele următoare devine continuă.

Structura descrisă caracterizează practic aorta. Ramurile aortei îşi modifică treptat structura, pe măsură ce se îndepărtează de originea lor, în sensul că elementele musculare devin din ce în ce mai bine reprezentate, fără a depăşi totuşi componenta elastică.

Arterele de tranziţie sunt reprezentate de segmentele de trecere de la arterele de tip elastic la cele de tip muscular. Se mai numesc şi artere mixte. Raportul dintre componenta elastică și cea musculară a mediei se modifică treptat ajungând la un moment dat la egalitate și apoi componenta musculară o depășește pe cea elastică. Din această categorie fac parte, la majoritatea speciilor de animale, colateralele aortei abdominale, carotidele externe, axilarele, iliacele externe, etc. La rumegătoare majoritatea arterelor de calibru mare prezintă o structură ce se aseamănă mai mult cu arterele de tranziție (artera aortă ascendentă, trunchiul arterial pulmonar, crosa aortică, trunchiul arterial brahiocefalic, artera aortă descendentă toracică, trunchiul arterial bicarotic, artera suclaviculară stângă, artera suclaviculară dreaptă). Media acestor artere conţine insule de celule musculare netede separate între ele prin lamele elastice.

Arterele mijlocii şi mici sunt dispuse în continuarea celor de tranziție şi se mai numesc artere musculare. Pereţii arterelor musculare sunt relativ groşi datorită, în principal, existenţei unei cantităţi mari de ţesut

muscular neted în media lor. Ţesutul muscular neted permite modificarea activă a lumenului (vasoconstricţie şi vasodilatare) asigurând, în acest fel, debitul sanguin necesar funcţionării ţesuturilor şi organelor. Ele mai sunt denumite artere de distribuţie deoarece distribuie sânge diferitelor organe şi ţesuturi în funcţie de nevoile funcţionale.

Intima conţine aceleaşi componente ca la arterele elastice. Endoteliul este format din celule pavimentoase dispuse pe o membrană bazală. Stratul subendotelial este mai subţire ca la arterele elastice şi conţine fibre fine de colagen şi elastice, fibrocite şi ocazional fibroblaste. La unele artere musculare mai mari, există câteva fascicule de celule musculare netede dispuse longitudinal.

Media este formată predominant din celule musculare netede dispuse circular, fiind tunica cea mai dezvoltată. Între păturile musculare se află mici cantităţi de ţesut conjunctiv care conţine fibre de colagen, elastice şi de reticulină, puţine fibrocite și rare fibroblaste. Raportul între componenta musculară şi cea conjunctivă, variază în raport cu lumenul vasului. Componenta musculară apare cu atât mai bine reprezentată cu cât artera este mai mică. Limitanta elastică internă formează o bandă groasă, fenestrată, alcătuită din lame elastice strâns împletite între ele. Pe secţiunile histologice, ea apare ondulată deoarece post-mortem elementele musculare ale mediei se contractă. Limitanta elastică externă apare mai subţire decât cea internă**.**

Adventiţia este aproape la fel de groasă ca media. Ea este formată din fibre de colagen şi elastice, majoritatea aşezate helicoidal sau longitudinal, dispuse dens în partea internă şi lax în cea externă. Celulele conjunctive sunt slab reprezentate numeric. Zona periferică a adventiţiei se continuă cu ţesutul conjunctiv înconjurător.

Participarea procentuală aproximativă a celor trei tunici în constituirea peretelui arterelor musculare este: intima până la 5%, media 50% şi adventiţia 45%.

Arteriolele au diametru sub 100 μm. Lumenul lor reprezintă 50% din grosimea peretelui. Prin structura lor, ele reglează cantitatea de sânge şi presiunea cu care acesta pătrunde în capilare.

Intima este formată din endoteliu şi membrană bazală (nu există ţesut subendotelial ca la arterele mai mari).

Media conţine 1-5 pături de celule musculare netede între care se găsesc răspândite câteva fibre elastice. Numărul păturilor musculare descreşte pe măsură ce calibrul vaselor scade. Vasele cu un calibru de aproximativ 20 μm prezintă un singur strat de celule musculare. Arteriolele prezintă limitantă elastică internă dar nu au limitantă elastică externă distinctă.

Adventiţia, ceva mai groasă decât media, este formată din ţesut conjunctiv lax, cu fibre de colagen şi elastice orientate longitudinal şi rare celule conjunctive.

Metarteriolele sunt vase mici, interpuse între arteriole şi capilare. Celulele musculare din media lor nu formează un strat continuu. Celulele musculare sunt orientate longitudinal şi de obicei sunt dispersate sau grupate sub formă de mici fascicule ramificate. Ele se concentrează şi se dispun circular, doar la nivelul sfincterelor precapilare. Prin contracţia celulelor musculare din structura sfincterului precapilar se asigură reglarea (nu întreruperea) fluxului sanguin într-un anumit teritoriu al reţelei capilare (în funcţie de necesităţi). Metarteriolele nu prezintă limitante elastice. Adventiţia lor este formată din ţesut conjunctiv care se contopeşte cu cel înconjurător.

Arterele specializate

Arterele specializate sunt prezente doar în anumite organe. La aceste vase, relaţia dintre calibrul şi morfologia peretelui este diferită faţă de majoritatea arterelor, ca o adaptare la topografia şi funcţia organelor pe care le deservesc. Astfel, *arterele coronare*, supuse permanent la presiune crescută, au peretele mai gros decât alte artere musculare de acelaşi calibru şi limitanta elastică este localizată în mijlocul mediei. *Arterele cerebrale mari* au peretele foarte subţire şi lumen larg, limitanta elastică internă dezvoltată, media este subţire şi conţine rare fibre elastice. *Arterele cerebrale mici* au peretele format numai din intimă, înconjurată de puţin ţesut conjunctiv. De asemenea, *arterele pulmonare* au pereţi subţiri în raport cu mărimea lumenului, motiv pentru care se diferenţiază uneori cu greu de venele pulmonare. Ele pot prezenta celule musculare cardiace în porţiunea iniţială.

Unele arteriole mici (din mucoasa nazală, mucoasa buzelor, arteriolele renale, prostatice) prezintă o îngroşare longitudinală a intimei, motiv pentru care sunt numite *artere cu „periniţă*". În repaus celulele periniţei sunt fusiforme, în contracţie devin globuloase, iar periniţa proemină în lumenul vasului, obliterându-l. Arterele cu periniţă reprezintă o formă particulară de adaptare pentru reglarea debitului şi presiunii sanguine locale.

Capilarele

Capilarele au diametrul mediu de 7-12 µm (permit trecerea eritrocitelor întrun singur rând) şi dispoziţie sub formă de reţea.

Pereţii capilarelor, sunt formaţi doar din intimă. Celulele endoteliale sunt pavimentoase, cu contur crenelat, uşor alungite pe direcţia axului lung al capilarului şi solidarizate între ele prin joncţiuni ocludente. Ele sunt dispuse

pe o membrană bazală care, pe lângă rolul de suport pentru celulele endoteliale îl are şi pe acela de filtrare selectivă a unor molecule.

Capilarele sunt înconjurate de o pătură subţire de ţesut conjunctiv format din fibre fine de colagen şi reticulină şi celule de tipul fibrocitelor şi histiocitelor, incluse într-o substanţă fundamentală. În vecinătatea capilarelor există celule perivasculare numite pericite (celule stem).

Clasificarea capilarelor se face, în funcţie de particularităţile peretelui lor, în trei tipuri: propriu-zise, fenestrate şi sinusoide.

Capilarele propriu-zise (continue) alcătuiesc reţeaua microvasculară din majoritatea ţesuturilor şi organelor. Sunt formate dintr-un *rând continuu de celule endoteliale, dispuse pe o membrană bazală continuă*. Citoplasma celulelor endoteliale este ceva mai bine reprezentată în zona perinucleară şi puţină în rest. Capilarele propriu-zise sunt prezente în derm, muşchii scheletali, miocard, pulmoni, sistemul nervos central etc.

Capilarele fenestrate sunt formate dintr-un *strat discontinuu de celule endoteliale, dispuse pe o membrană bazală continuă (foarte subţire)*. Citoplasma celulelor este redusă chiar şi în zona din dreptul nucleilor. Aceste celule prezintă pori cu un diametru de 30-50 nm, închişi de o diafragmă subţire. Diafragma este mai subţire decât membrana celulară şi are structură complexă. Aceste capilare permit schimburi rapide de substanţe între sânge şi ţesuturi. Capilarele fenestrate sunt prezente în organe cu rol filtrant (rinichi), absorbant (intestin) şi secretor (plexurile coroide, corpii ciliari, sinoviale, glande endocrine).

Capilarele sinusoide au diametrul mai mare comparativ cu majoritatea capilarelor (30-40 µm). Ele au un traiect sinuos şi lumenul larg, cu diametru variabil. Peretele lor este format dintr-un *strat discontinuu de celule endoteliale, dispuse pe o membrană bazală discontinuă.* Separarea de

parenchimul organelor în care se află capilarele sinusoide se realizează doar printr-o reţea fină de fibre de reticulină. Lumenul larg determină trecerea lentă a sângelui şi facilitează schimburile cu ţesuturile din jur. Prin discontinuităţile peretelui trec atât substanţele cât şi celulele din sânge. Astfel de capilare se află în ficat şi în organele hematolimfopoetice.

Venele

De la nivelul capilarelor, sângele se întoarce la inimă prin vene. Venele însoţesc arterele corespondente şi pe măsură ce se apropie de inimă, lumenul lor devine mai larg şi peretele mai gros. Comparativ cu arterele, sunt mai numeroase şi au lumenul mai larg, aşa că în vene, volumul de sânge este mai mare şi presiunea sângelui mai mică.

În arhitectura peretelui venos intră aceleaşi elemente ca la artere, însă proporţia şi dispoziţia lor este diferită. Structura peretelui venelor este rezultatul adaptării la anumite condiţii particulare: sângele circulă în vene cu o presiune scăzută aşa încât pereţii lor, sunt subţiri şi conţin mai puţine elemente musculare şi elastice decât arterele. Fibrele de colagen sunt predominante, ca o adaptare la acţiunea forţelor exterioare de alunecare şi tracţiune exercitate asupra venelor. Variaţiile structurale ale pereţilor venelor sunt atât de mari încât aproape fiecare venă are particularităţile ei, existând diferenţe chiar şi de-a lungul diferitelor segmente ale aceluiaşi vas. La cele mai multe vene, participarea proporţională a celor trei tunici în constituirea peretelui este: intima 5%, media 15% şi adventiţia 80%.

De la capilare până la inimă se află, dispuse unele în continuarea celorlalte, următoarele tipuri de vene: venule postcapilare, venule, vene mici şi mijlocii şi vene mari. Variabilitatea structurală foarte mare, face ca descrierea structurii peretelui să ofere doar aspecte generale.

Venulele postcapilare au diametrul sub 30 µm şi o lungime de până la 500 µm. Pereţii lor sunt formaţi dintr-un rând de celule endoteliale, dispuse pe o membrană bazală şi un strat subţire de ţesut conjunctiv care conţine şi pericite. Rolul venulelor postcapilare este apropiat de cel al capilarelor, participând şi ele la realizarea schimburilor dintre sânge şi lichidul interstiţial.

Venulele sunt dispuse în continuarea venulelelor postcapilare, iar trecerea se face gradat şi presupune achiziţia de elemente conjunctive în primul rând şi de celule musculare netede mai târziu. Cele mai mici venule posedă o *intimă* formată din endoteliu şi un strat subţire de ţesut conjunctiv. Aceste venule participă la realizarea schimburilor de metaboliţi dintre sânge şi ţesuturi, precum şi a tranzitului celular (diapedeza). Când venulele ating un diametru de 50 µm, apar celule musculare netede între endoteliu şi ţesutul conjunctiv care-l înconjoară. În peretele venulelor cu diametrul de 200 µm sau mai mult, celulele musculare netede alcătuiesc o pătură continuă (*media*) formată din 1-3 straturi dispuse circular. Celulele musculare sunt mult mai distanţate decât într-o arteriolă de acelaşi calibru şi separate între ele prin fascicule de fibre de colagen şi elastice. Adventiţia venulelor este formată din fibre de colagen aşezate longitudinal, fibre elastice împrăştiate şi fibrocite.

Venele mici şi mijlocii includ majoritatea venelor (cu excepţia trunchiurilor venoase). Diametrul lor variază între 1 şi 10 mm, la un animal de talie medie.

Intima este subţire şi conţine celule endoteliale poligonale. Stratul subendotelial este format din ţesut conjunctiv bine evidenţiat. Uneori intima poate fi mărginită la exterior de o reţea de fibre elastice fine, care însă nu formează o membrană elastică internă distinctă.

Media este subţire comparativ cu a arterelor de acelaşi calibru. Structura ei este diferită, putându-se deosebi din acest punct de vedere următoarele tipuri de vene: vene fibroase, vene fibroelastice şi vene musculare. Venele fibroase au media formată din ţesut conjunctiv fibros. Venele fibroelastice au media formată din fibre de colagen dispuse în fascicule circulare, printre care se găsesc fibre elastice orientate preponderent longitudinal. Venele musculare au media formată în principal din celule musculare netede cu orientare variabilă, între care există ţesut conjunctiv. În funcţie de proporţia dintre celulele musculare şi cele conjunctive, aceste vene pot fi fibromusculare sau musculofibroase.

Adventiţia este dezvoltată şi formează partea cea mai voluminoasă a peretelui. Ea este formată din ţesut conjunctiv, cu fascicule groase de fibre de colagen şi uneori câteva celule musculare netede cu orientare longitudinală. În adventiţie se află vasele şi nervii vasului.

Venele mari includ venele cave, vena portă şi principalii lor afluenţi.

Intima are aceeaşi structură ca la venele mai mici însă este ceva mai groasă.

Media este slab dezvoltată, iar celulele musculare puţine sau chiar absente. Structural se aseamănă cu media venelor mijlocii.

Adventiţia este tunica cea mai dezvoltată şi conţine numeroase fibre de colagen şi o cantitate oarecare de fibre elastice.

Particularităţi ale anumitor vene

Unele vene nu au tunică medie ca de exemplu venele cerebrale, venele retinei, oaselor, iar altele sunt bogate în celule musculare ca de exemplu venele din uterul gestant, venele membrelor, venele ombilicale,

unele vene mezenterice. Muşchiul cardiac se extinde pe o anumită distanţă în adventiţia venelor cave şi pulmonare.

Multe vene mici şi mijlocii (mai ales cele ale membrelor) prezintă valvule ce permit deplasarea sângelui într-un singur sens (înspre inimă). Valvulele sunt pliuri semilunare ale intimei. De obicei ele sunt aranjate sub formă de pereche şi proemină spre lumen, prin marginea lor liberă. Ambele suprafeţe ale valvulelor sunt acoperite de endoteliu, iar pe faţa dinspre curentul sanguin ţesutul conjunctiv subendotelial conţine o reţea de fibre elastice.

Anastomozele arteriovenoase

În anumite regiuni, între artere şi vene, există posibilităţi de comunicare directă prin intermediul unor anastomoze arteriovenoase. Ele conţin un sfincter care poate închide sau deschide lumenul. Când sfincterele sunt închise, sângele arterial trece prin patul capilar, iar când sunt deschise, mult sânge trece direct în vene, ocolind patul capilar. Astfel de anastomoze se găsesc în special în pielea din zonele mai expuse ale corpului (buze, nas, extremităţi). Anastomozele arteriovenoase contribuie la reglarea locală a temperaturii, a proceselor de digestie, secreţie şi absorbţie.

Inima

Inima este un organ cavitar care se contractă ritmic, pompând sângele în sistemul circulator. Ea are peretele alcătuit din 3 straturi: endocard, miocard şi epicard. În regiunea centrală se găseşte scheletul fibros, valvulele cardiace şi sistemul excitoconductor.

Endocardul căptuşeşte inima la interior. Este format din endoteliu situat pe membrana bazală şi un strat subendotelial constituit din ţesut

conjunctiv lax. Endocardul este solidarizat la miocard printr-un ţesut conjunctiv subendocardic care conţine numeroase vase de sânge şi ramuri ale reţelei Purkinje.

Miocardul este format din celule musculare striate cardiace, printre care se află ţesut conjunctiv ce conţine numeroase vase sanguine. Grosimea lui este variabilă, fiind mai mare în pereţii ventriculilor decât în cei ai atriilor. În atrii celulele musculare sunt dispuse mai lax decât cele ventriculare şi au tendinţa de a se aranja în fascicule, cu aspect de reţea. În ventricule, celulele musculare cardiace sunt dispuse dens şi aranjate în două straturi: superficial spiralat şi profund circular. Între musculatura atrială şi cea ventriculară nu există continuitate, bariera o constituie inelele fibroase.

Păturile musculare atriale şi ventriculare sunt ataşate la scheletul fibros al inimii prin intermediul ţesutului conjunctiv interstiţial (endomisium). Acest schelet este format din ţesut conjunctiv fibros, pe el prinzându-se muşchiul inimii şi valvulele.

Epicardul este o membrană seroasă şi reprezintă foiţa viscerală a pericardului. Suprafaţa sa externă este acoperită de mezoteliu situat pe membrană bazală sub care se află un strat de ţesut conjunctiv cu numeroase adipocite, vase sanguine, fibre nervoase şi microganglioni nervoşi. Epicardul se continuă cu foiţa parietală a pericardului, delimitându-se astfel cavitatea pericardică ce conţine o cantitate mică de lichid.

Valvulele atrioventriculare (tricuspidă şi bicuspidă) sunt pliuri ale endocardului. Ele conţin un ax conjunctiv, aflat în continuarea inelului conjunctiv din jurul orificiilor atrioventriculare, acoperit pe ambele feţe de endocard. Endocardul este mai gros pe faţa atrială decât pe cea ventriculară şi conţine mai mult ţesut elastic. Valvulele sunt conectate la muşchii papilari

ai ventriculelor prin cordaje tendinoase care împiedică deschiderea valvulelor înspre atrii, în momentul sistolei ventriculare.

Sistemul excitoconductor (ţesutul nodal) este format din nodul sino-atrial, nodul atrio-ventricular, fasciculul Hiss şi ramificaţiile sale. El este constituit din celule cardiace specializate, fiind răspunzător de automatismul cardiac. Celulele acestui sistem au în general un diametru mai mare decât cele cardiace obişnuite şi conţin ceva mai multă sarcoplasmă. Miofibrilele, reduse ca număr, sunt dispuse în special periferic în celule. Nodul sinoatrial şi cel atrioventricular conţin în zona lor centrală celule P şi în cea periferică celule T. Celulele P generează impulsurile necesare contracţiei cardiace (funcţie de pace-maker), iar celulele T au funcţia de a răspândi impulsul. Celulele nodului se continuă cu cele cardiace atriale pe de o parte şi cu ale fasciculului atrioventricular Hiss, pe de altă parte. Fasciculul Hiss trece pe la nivelul trigonului fibros şi apoi atinge marginea posterioară a porţiunii membranoase a septului interventricular. Fasciculul se bifurcă apoi, rezultând două ramuri care merg la cele două ventricule. Acestea, la rândul lor, se ramifică formând reţeaua Purkinje, care se distribuie în toate regiunile miocardului ventricular, unde se conectează cu celulele musculare cardiace obişnuite. Corpul principal al fasciculului His, ramificaţiile sale şi reţeaua terminală sunt formate din celule Purkinje care au funcţia de a conduce impulsurile la miocardiocitele lucrătoare. Prin acţiunea sistemului excitoconductor, atriile şi ventriculii se contractă într-o anumită succesiune, iar inima funcţionează ca o pompă.

Vascularizaţia inimii este asigurată de arterele coronare, ce se desprind din aortă. Sângele venos este drenat de sinusul coronar, ce se deschide în atriul drept, puţine vase deschizându-se direct în cavităţile inimii.

Sistemul excitoconductor este bogat vascularizat de ramuri ale arterelor coronare. Reţeaua capilară de aici este mai puţin densă decât în muşchiul cardiac obişnuit.

Limfaticele inimii, foarte numeroase, sunt situate în miocard, dar şi subendocardic şi subepicardic.

Inervaţia parasimpatică a inimii este asigurată de nervul vag, iar cea simpatică de fibre care provin din ganglionii cervicali.

Vasele limfatice

Vasele limfatice colectează lichidele din spaţiile interstiţiale şi le reintroduc în reţeaua sanguină. Spre deosebire de sânge, limfa circulă numai într-o direcţie, de la periferie spre inimă.

Capilarele limfatice au porţiunea iniţială în formă de fund de sac. Ele drenează limfa spre vase din ce în ce mai mari, ce ajung în final în canalul toracic şi canalul limfatic drept (care se deschid în sistemul venos). Limfa este filtrată la nivelul limfonodulilor unde se îmbogăţeşte cu limfocite. Capilare şi vase limfatice se găsesc în majoritatea organelor, excepţie făcând măduva hematogenă, ţesutul nervos, oasele, cartilajele, dinţii, placenta, urechea internă, membranele globului ocular. Capilarele limfatice se aseamănă cu cele sanguine, doar că sunt ceva mai mari şi au calibru neuniform. Peretele lor este format dintr-un *strat continuu de celule endoteliale dispuse pe o membrană bazală discontinuă.* Complexele joncţionale dintre celule sunt rare. Capilarele sunt înconjurate de un strat subţire de fibre de colagen şi reticulină. Capilarele limfatice formează reţele dense, ce însoţesc adesea capilarele sanguine.

Vasele limfatice colectoare au pereţii mai groşi, prevăzuţi cu valvule. Endoteliul lor este înconjurat de fibre de colagen şi elastină şi câteva

celule musculare netede. În vasele mai mari pot fi distinse cele trei tunici: intima, media şi adventiţia, dar demarcarea lor nu este netă. Aceste vase se aseamănă ca structură cu venele, dar au pereţii mai subţiri decât venele de acelaşi calibru.

Intima este formată din endoteliu şi un strat subendotelial subţire format din fibre de colagen şi elastice.

Media este formată din celule musculare netede aşezate helicoidal, printre care se află câteva fibre elastice.

Adventiţia este stratul cel mai gros, format din fibre de colagen şi elastice intercalate, precum şi puţine celule musculare netede.

Vasele limfatice conţin valvule mai numeroase decât venele. Valvulele sunt dispuse sub formă de perechi, iar marginea lor liberă este aşezată central. Între valvule, vasele limfatice sunt mai dilatate.

Trunchiurile limfatice se aseamănă ca structură cu venele de acelaşi calibru, cu deosebirea că celulele musculare sunt ceva mai bine reprezentate la nivelul mediei.

Intima este formată din endoteliu, un strat subendotelial care conţine şi câteva celule musculare netede aşezate longitudinal şi o membrană elastică subţire (inconstantă).

Media, tunica cea mai groasă, este formată din fascicule musculare aşezate longitudinal şi circular, separate printr-un ţesut conjunctiv abundent.

Adventiţia este formată din fibre groase de colagen şi câteva celule musculare, dispuse longitudinal. Ea se continuă fără limită de demarcaţie cu ţesutul conjunctiv perivascular.

În pereţii trunchiurilor limfatice există vase sanguine cu rol nutritiv. În pereţii vaselor mari sunt prezente de asemenea fibre nervoase, atât senzitive cât şi motorii.

ORGANELE HEMATOLIMFOPOETICE

Durata de viaţă a elementelor figurate sanguine este limitată şi relativ scurtă. Pentru ca numărul lor să fie menţinut la un nivel corespunzător, cele îmbătrânite sunt înlocuite în permanenţă cu altele nou formate în organele hematolimfopoetice. Din punct de vedere al morfodiferenţierii, organele hematolimfopoetice sunt de două feluri: primare şi secundare. Cele primare sunt reprezentate de măduva hematogenă, timus şi bursa lui Fabricius, iar cele secundare de limfonoduli, splină şi ţesut limfoid asociat mucoaselor.

Măduva hematogenă

Măduva hematogenă este singurul organ hematopoetic, specializat în producerea tuturor elementelor figurate sanguine. În ultima perioada din viaţa fetală şi în primele săptămâni de viaţă, ea ocupă canalele medulare ale tuturor oaselor. Pe măsura înaintării în vârstă, aria ei de răspândire se reduce, astfel că la animalul adult se mai găseşte în epifizele oaselor lungi, în oasele scurte şi late. În structura măduvei se descrie un ţesut de susţinere şi un parenchim.

Ţesutul de susţinere este format din capsulă, trabeculi şi stromă. Capsula este reprezentată de endostul cavităţilor osoase care adăpostesc măduva. Trabeculii delimitează areolele osului spongios şi sunt acoperiţi şi ei de endost. Stroma este formată din celule reticulare şi un număr redus de fibre de reticulină, concentrate în jurul vaselor sanguine mai mari şi în apropierea endostului. Celulele şi fibrele formează o reţea tridimensională, cu rol de suport pentru componentele parenchimului.

Parenchimul măduvei hematogene este reprezentat de ţesutul mieloid ce conţine precursorii elementelor figurate sanguine. Numeric predomină celulele din seriile granulocitară, eritrocitară şi trombocitară, seria

limfocitară fiind moderat reprezentată în condiţii normale. În număr mic sunt prezente şi alte tipuri de celule cum ar fi: macrofage, plasmocite, mastocite şi puţine adipocite. Aparent, precursorii apar dispuşi dezordonat, dar se poate observa gruparea preferenţială a celulelor din anumite serii. Celulele din seria eritrocitară formează adesea insule în jurul sinusoidelor din zona centrală a măduvei. Fiecare insulă în care se dezvoltă elemente ale seriei eritrocitare, conţine un macrofag. Celulele ajunse la maturitate străbat peretele capilarului şi intră în circulaţie.

Elementele din seria granulocitară sunt dispuse difuz în toată măduva sau sub formă de insule la o anumită distanţă de capilarele sinusoide. Când sunt mature, ele migrează către sinusoid şi intră în circulaţia sanguină.

Celulele seriei limfocitare se grupează în mici foliculi printre cuiburile de eritroblaşti şi cele de granulocite. Aproximativ 80% dintre foliculii limfoizi au structură tipică şi numai 5% prezintă centru germinativ. Aproximativ 20% au contur neregulat şi pot conţine câteva granulocite eozinofile. În ariile cu ţesut limfoid, reţeaua de fibre de reticulină este ceva mai dezvoltată decât în restul măduvei.

Elementele seriei trombocitare sunt dispuse preferenţial spre periferia parenchimului. Ele sunt reprezentate de celule gigante numite megacariocite care, în condiţii normale, se găsesc numai în acest organ. Megacariocitele sunt de asemenea adiacente peretelui sinusoidelor, emit pseudopode care străbat peretele capilar până în lumen, iar prin fragmentarea acestora iau naştere trombocitele.

În perioada embrionară prima activitate hematopoetică se desfăşoară în sacul vitelin, apoi în zona dorsală a aortei (în mezonefrosul din zona unde se dezvoltă gonadele) după care aceasta activitate de hematopoeză este preluată de ficat, splină şi în final de măduva hematogenă.

Vascularizaţia măduvei hematogene este în relaţie cu aceea a oaselor care o adăpostesc. Arterele nutritive ale osului se ramifică în arteriole care traversează endostul şi dau naştere la capilare propriu-zise în zona periferică şi sinusoide în zona centrală. Capilarele se continuă cu venule care pătrund în endost şi apoi în os. Măduva hematogenă este lipsită de vase limfatice.

Inervaţia măduvei este asigurată de ramuri motorii care provin din sistemul cerebrospinal şi din cel simpatic. Ele se termină la nivelul pereţilor vasculari şi în parenchimul medular.

Timusul

Timusul este organul limfoid central în care limfocitele (imature imunologic) sosite de la nivelul măduvei osoase hematogene, suferă procese de proliferare, diferenţiere şi maturare până la stadiul de limfocite T. El este dispus în mediastin la majoritatea speciilor. La bovine, pe lângă o porţiune mediastinală dezvoltată, prezintă şi două ramuri ce avansează pe laturile gâtului, până în zona submandibulară. La păsări porţiunea mediastinală este redusă, iar ramurile cervicale (dezvoltate) sunt dispuse sub forma a două lanţuri.

Timusul este învelit la exterior de o capsulă formată din ţesut conjunctiv dens neorientat, care pe versantul intern formează trabeculi şi compartimentează organul în lobi şi lobuli. Trabeculii asigură şi suport pentru vasele sanguine, limfatice şi fibrele nervoase.

Lobulul timic reprezintă structura morfologică de bază a timusului şi apare ca o formaţiune poligonală cu dimensiuni de 0,5- 2 mm. Deşi destul de net delimitaţi de trabeculii conjunctivi, lobulii timici nu sunt separaţi complet unii de alţii, ei prezentând zone de continuitate. În structura unui lobul timic intră stroma şi parenchimul.

Stroma este formată din celule epitelioreticulare, de formă stelată, cu nuclei ovali, eucromatici şi citoplasmă acidofilă. Celulele epitelioreticulare sunt de origine endodermică şi posedă caracteristici specifice celulelor epiteliale. Ele se pun în contact cu celulele epitelioreticulare învecinate prin intermediul prelungirilor, stabilind joncţiuni de tipul desmozomilor. Ia naştere astfel un citoreticul, în ochiurile căruia sunt dispuse celulele parenchimului. Celulele epitelioreticulare îndeplinesc mai multe funcţii. Astfel, în zona subcapsulară şi perivasculară, ele realizează bariera hemato-timică care are rolul de a împiedica accesul antigenelor circulante înspre parenchim. În felul acesta proliferarea şi maturarea limfocitelor T se realizează *în absenţa antigenelor*. Celulele epitelioreticulare din corticală induc maturarea, diferenţierea şi selecţia limfocitelor T. Celulele epitelioreticulare secretă o serie de substanţe specifice.

Parenchimul este reprezentat de celule libere, majoritatea limfocite, apoi macrofage în număr mult mai mic. Ocazional pot fi întâlnite şi alte tipuri de celule cum ar fi: eozinofile, celule mioide, etc. Densitatea celulelor nu este uniformă pe toată suprafaţa lobulului aşa încât el apare structurat pe două zone distincte: o zonă mai clară dispusă la interior numită medulară şi o zonă mai densă care înconjoară medulara de jur împrejur, numită corticală.

Corticala conţine în general limfocite mici numite timocite, grupate dens şi uniform. Numărul mare de timocite dens împachetate face ca reţeaua de celule epitelioreticulare din corticală să fie dificil de observat în condiţii normale. Timocitele nu se grupează în foliculi limfoizi ca în cazul altor organe limfoide. Ele provin din măduva osoasă hematogenă şi migrează în timus ca pretimocite. Ajunse în zona periferică a corticalei, pretimocitele se divid intens. Treptat îşi exprimă receptori specifici care să le permită recunoaşterea antigenelor endogene. În acest stadiu, ele poartă numele de

timocite şi se deplasează în profunzimea corticalei printre celulele epitelioreticulare care au pe suprafaţa lor molecule MHC (complexul major de histocompatibilitate). Cele care nu reuşesc să recunoască moleculele MHC mor prin apoptoză (selecţie negativă) şi vor fi fagocitate de macrofage. În acest fel sunt eliminate majoritatea timocitelor (peste 90%). Cele rămase (selecţie pozitivă) sunt capabile să recunoască cu mare precizie structurile proprii ale organismului (moleculele MHC). Ele trec în medulară şi apoi pătrund în vasele limfatice eferente pentru a ajunge în organele limfoide periferice.

Macrofagele variază ca număr şi sunt prezente preponderent în zona corticală, cu dispunere în special perivasculară şi în raport cu trabeculii şi capsula. Ele sunt similare macrofagelor din alte regiuni şi au rolul de a fagocita timocitele care sunt eliminate prin apoptoză.

Medulara este mai puţin compactă decât corticala. Densitatea timocitelor este net mai mică decât în corticală şi în aceste condiţii celulele epitelioreticulare sunt uşor vizibile. În medulara lobulilor timici există formaţiuni specifice numite corpusculi Hassall. Ei sunt formaţi în principal din celule epitelioreticulare degenerate, dispuse concentric (ca foile de ceapă) şi au formă sferică, ovoidă sau neregulată. Corpusculii Hassall sunt acidofili şi au un diametru de 20-100 µm (uneori chiar mai mare). Celulele centrale sunt mari şi adesea hialinizate, cele de la suprafaţă turtite şi pot menţine conexiunile cu celulele epitelioreticulare învecinate. Corpusculii Hassall cresc ca număr şi dimensiuni în cazul distrugerii masive a timocitelor şi în cursul involuţiei timusului. Semnificaţia funcţională a corpusculilor Hassall nu este pe deplin cunoscută.

La pubertate, timusul intră într-un proces de involuţie care, în mod normal, se derulează lent şi progresiv. Acest proces implică iniţial o reducere

gradată a numărului timocitelor din corticală ceea ce face ca această zonă să apară mai subţire, iar limita dintre corticală şi medulară (netă până la pubertate) să fie din ce în ce mai greu de sesizat. Procesele de involuţie cuprind treptat şi medulara. Concomitent, în spaţiile perilobulare îşi fac apariţia depozite de adipocite care cresc în dimensiuni, pe măsură ce procesul involutiv înaintează. Elementele cele mai rezistente la involuţie sunt corpusculii Hassall, ce pot fi evidenţiaţi chiar la o vârstă înaintată. Involuţia timusului nu este niciodată totală, mai persistă mici insule de ţesut timic, care asigură aprovizionarea organismului cu limfocite T toată viaţa. Există o involuţie accidentală, ce poate surveni la orice vârstă, ca răspuns la acţiunea unor factori stresanţi. Această involuţie este reversibilă, structura şi funcţiile timice revenind când acţiunea factorilor de stres încetează.

Vascularizaţia timusului este asigurată de artere care derivă din arterele tiroidiană şi toracică internă. În timus nu există vase limfatice aferente şi sinusuri limfatice. Există în schimb vase limfatice eferente, însă numai în medulară.

Inervaţia timusului este asigurată de câteva ramuri ale nervului vag şi simpaticului cervical. Fibrele nervoase sunt atât amielinice cât şi mielinice.

Bursa lui Fabricius

Bursa lui Fabricius este un organ limfoepitelial, de formă ovoidă sau sferică, care apare ca un diverticul dorsal pe intestinul terminal al păsărilor, în apropiere de cloacă. Bursa comunică cu intestinul printr-un canal subţire, iar lumenul bursei prezintă pliuri longitudinale. Pliurile sunt tapetate de un epiteliu format din celule prismatice, cu nuclei ovali şi citoplasma acidofilă, dispuse pe un singur rând, pe membrana bazală. Acest epiteliu se află în relaţii de continuitate cu cel intestinal. Spre deosebire de epiteliul intestinal,

cel bursal nu prezintă celule caliciforme intercalate printre enterocite. Epiteliul este dispus pe un țesut conjunctiv, format din fibre de colagen şi elastice, care delimitează compartimente ocupate de lobulii bursali.

La exterior, bursa este acoperită de o capsulă de natură conjunctivo-musculară, care reprezintă o continuare a straturilor de la nivelul intestinului.

Lobulii bursali reprezintă unităţile morfologice şi funcţionale ale organului. Ei au o formă ovoidă, piriformă sau poligonală (din cauza compresiunii reciproce). Ei sunt dispuşi la nivelul faldurilor organului, între axul acestora şi epiteliul care le acoperă. În structura lobulilor se disting două zone: medulara şi corticala. Epiteliul de suprafață ce vine în contact direct cu lobulii poartă denumirea de epiteliu asociat foliculilor, în timp ce epiteliul dintre foliculi poartă denumirea de epiteliu interfolicular. În epiteliul asociat foliculilor, predomină celulele ce captează antigenele din lumenul bursei lui Fabricius și le transferă în medulara lobulilor (structură asemănătoare cu epiteliul ce acoperă plăcile Payer din ileon). Acest epiteliu nu este dispus pe o membrană bazală distinctă. Medulara, situată în zona centrală a lobulului, este de culoare mai deschisă, datorită densităţii mai mici a celulelor. Corticala, înconjoară de jur-împrejur medulara şi apare de culoare mai închisă, din cauza numărului mare de celule. Între corticală şi medulară există un rând de celule epiteliale dispuse pe membrana bazală. Membrana bazală este dispusă înspre corticală și se continuă cu membrana bazală a epiteliului interfolicular. Această structură epitelială dintre medulară și corticală împiedică pătrunderea antigenelor din medulară în corticală.

Dispoziţia în două zone distincte (corticală şi medulară), face ca aspectul lobulilor bursali să se asemene foarte mult cu aspectul lobulilor timici.

Lobulii bursali sunt formaţi din limfocite B dispuse în ochiurile unei reţele epitelioreticulare. Aceste limfocite se află în diferite stadii de proliferare, diferenţiere şi maturare. Limfocitele imature ajung în corticală, unde proliferează intens după care trec în medulară, unde în prezența antigenelor se diferențiază și devin mature din punct de vedere imunologic.

Bursa lui Fabricius creşte rapid în primele 3-4 săptămâni după ecloziune, atinge dimensiune maximă la 5-12 săptămâni, iar începând de la pubertate, intră într-un proces treptat de involuţie.

Vascularizaţia bursei este asigurată de ramuri ale arterelor ruşinoasă internă şi mezenterică posterioară, care prin anastomozare formează arterele bursale. Acestea pătrund în organ, se ramifică şi dau capilare care irigă foliculii bursali. Circulaţia venoasă urmează aceeaşi cale, însă în sens invers.

Circulaţia limfatică, este reprezentată numai de vase limfatice eferente, cu rol în transportul limfocitelor B de la nivelul lobulilor bursali, în sânge.

Funcţia bursei este legată de proliferarea şi maturarea limfocitelor B, pe seama limfocitelor imature imunologic, venite de la nivelul măduvei hematogene.

Limfonodulii

Limfonodulii sunt organe limfoide periferice situate pe traiectul vaselor limfatice. Frecvent ei sunt dispuşi în lanţuri sau grupuri, la baza mezenterului, în regiunea inghinală, axilară, la nivelul hilului pulmonar, etc. Au dimensiuni cuprinse între 1-25 mm (sau chiar mai mult la animalele de talie mare) şi forma, de cele mai multe ori, ovoidă sau reniformă. În structura lor se descrie un ţesut de susţinere şi un parenchim.

Ţesutul de susţinere este alcătuit din capsulă, trabeculi şi stromă. Capsula este formată din fibre de colagen strâns grupate, iar pe faţa ei internă există o reţea laxă de fibre elastice. De pe faţa internă a capsulei se desprind trabeculi conjunctivi care pătrund în interiorul organului şi delimitează compartimente incomplete (loje) la nivelul corticalei. În medulară trabeculii sunt ramificaţi şi se continuă cu ţesutul conjunctiv de la nivelul hilului. Stroma este alcătuită dintr-o reţea formată din celule reticulare şi una alcătuită din fibre de reticulină. Cele două reţele (celulară şi fibrilară) se suprapun şi alcătuiesc împreună o reţea citofibrilară, în ochiurile căreia se dispun celulele parenchimului.

Parenchimul este reprezentat de celule libere, în principal limfocite, alături de care se mai întâlnesc plasmocite, macrofage, eozinofile, neutrofile etc. Dispunerea acestora este diferită în porţiunea centrală comparativ cu cea periferică, astfel încât se delimitează net două zone: corticala şi medulara.

Corticala este formată dintr-o zonă superficială şi o zonă profundă difuză. Corticala superficială conţine aglomerări de limfocite, numite foliculi limfoizi. Într-o lojă pot fi observaţi 2-3 foliculi înconjuraţi de ţesut limfoid difuz (cu densitate mai mică de celule decât în foliculi), prin care trec sinusuri (spaţii în care circulă limfa). Foliculii limfoizi din corticală pot fi *primari* şi *secundari.* Cei primari au aspect omogen şi sunt alcătuiţi predominant din limfocite B nestimulate antigenic. Foliculii secundari prezintă centru germinativ în care se află limfocite B transformate blastic (limfoblaşti) şi o coroană periferică formată din limfocite B mici (apar ca urmare a stimulării cu diferite antigene). În foliculii limfoizi se află şi celule imunologice accesorii, cum sunt macrofagele şi celulele dendritice. Zona profundă a corticalei poartă numele de *zonă paracorticală* şi conţine

predominant limfocite T, alături de macrofage şi celule interdigitate (celule prezentatoare de antigene).

Medulara conţine ţesut limfoid dispus sub formă de *cordoane alcătuite* din limfocite (B şi T) şi numeroase plasmocite. Cordoanele sunt situate în trabeculii ramificaţi şi anastomozaţi. Unele cordoane limfatice din medulară sunt dispuse în continuarea corticalei şi apar ca expansiuni ale acesteia la nivelul medularei. Între cordoanele limfatice medulare se găsesc sinusurile limfatice medulare, în care se găsesc numeroase macrofage. Medulara este bogată în vase sanguine.

Circulaţia limfatică (circulaţia funcţională) se realizează prin vasele limfatice aferente, care străbat capsula, de pe faţa sa convexă şi se continuă cu un sistem de sinusuri limfatice, aflate în legătură cu vasele limfatice eferente. Sinusurile limfatice sunt reprezentate de o reţea de canale cu diametru variabil şi perete discontinuu, tapetat de celule de tip endotelial, printre care sunt încorporate macrofage. Peretele sinusului este dublat de fibre de reticulină. Celulele reticulare ale peretelui sunt interconectate prin prelungiri citoplasmatice fine, formând o reţea tridimensională. Datorită structurii lor, pereţii sinusurilor permit libera circulaţie a limfocitelor din foliculi şi cordoanele medulare, în sinusurile limfatice.

Vasele limfatice aferente se deschid în sinusurile subcapsulare sau periferice, care separă capsula de parenchimul cortical. De aici, limfa trece în sinusurile corticale (intermediare), situate printre foliculii limfoizi şi trabeculii conjunctivi. Acestea se continuă cu sinusurile medulare, care au traiect sinuos, lumen larg, sunt ramificate şi anastomozate. Sinusurile medulare se continuă la nivelul hilului cu vasele limfatice eferente. Vasele eferente sunt mai puţine ca număr şi mai largi decât cele aferente şi conţin valvule ce se deschid spre exterior. Prezenţa valvulelor şi dispunerea lor în

vasele limfatice aferente şi eferente, face ca limfa să circule într-un singur sens.

Vascularizaţia limfonodulilor (circulaţia nutritivă) este asigurată de artere ce intră prin hil şi dau ramuri către cordoanele medulare şi trabecule, apoi se continuă la nivelul corticalei.

Inervaţia limfonodulilor este asigurată de nervi vasomotori, care intră prin hil odată cu vasele sanguine şi le însoţesc în interior.

Funcţiile limfonodulilor sunt: de filtrare, imunitară, limfocitopoetică.

Funcţia de filtrare a limfei este favorizată de circulaţia lentă a acesteia, astfel încât cele mai multe antigene existente în ea vor fi reţinute de prelungirile celulelor reticulare (vor adera la acestea). Funcţia imunitară (de apărare) se manifestă pe de o parte prin fagocitarea antigenelor de către macrofage, iar pe de altă parte, în urma stimulării antigenice, limfocitele B se transformă în plasmocite (care produc anticorpi specifici). Limfonodulii asigură apărarea imunologică regională (faţă de antigenele pătrunse în zona deservită de ei). Funcţia limfocitopoetică, se derulează la nivelul centrilor germinativi ai foliculilor limfoizi, după stimulare antigenică.

Hemoganglionii

Hemoganglionii sunt organe asemănătoare cu limfonodulii, prezente doar la unele specii de animale (rumegătoare, porc). Organizarea generală a lor este similară cu cea a limfonodulilor, în sensul că şi ei sunt formaţi din capsulă, ţesut limfoid şi sinusuri. Deosebirea esenţială constă în faptul că hemoganglionii sunt situaţi pe traseul circulaţiei sanguine şi nu pe cea limfatică, astfel că sinusurile lor nu conţin limfă, ci sânge. Hemoganglionii au rol în filtrarea sângelui, în limfopoeză şi în procesele imunitare. La porc

există structuri intermediare între limfonoduli şi hemoganglioni, la care atât vasele limfatice cât şi cele sanguine se conectează cu sinusurile.

Splina

Splina, cel mai mare organ limfoid periferic, este dispusă pe traseul circulaţiei sanguine, constituind un filtru sanguin aşa cum limfonodulii reprezintă filtre pentru limfă. Ea nu are vase limfatice aferente, comunicarea realizându-se direct cu sistemul circulator. Splina este formată din ţesut de susţinere şi parenchim.

Ţesutul de susţinere este reprezentat de capsulă, trabeculi şi stromă. Capsula acoperă splina la exterior şi este formată din ţesut conjunctiv dens, bogat în fibre de colagen şi în cantitate mai mică, fibre elastice şi celule musculare netede și este dublată la exterior de către foița viscerală a seroasei peritoneale. Capsula este ceva mai groasă la nivelul hilului, unde înconjoară principalele vase de sânge. De pe faţa internă a capsulei se desprind trabeculi conjunctivo-musculari care pătrund în interiorul splinei, unde se ramifică şi se anastomozează, formând o reţea complexă. Celulele musculare netede din capsulă şi trabeculii sunt responsabile de modificările lente şi ritmice ale volumului splinei. Stroma este formată dintr-o reţea de fibre de reticulină peste care se suprapune o reţea formată din celule reticulare şi macrofage fixe (asemănătoare cu cea din limfonoduli).

Parenchimul splinei este format, din punct de vedere macroscopic, din pulpa albă (alcătuită din numeroase formaţiuni nodulare, mici, albicioase) şi pulpa roşie (ţesutul roşiatic care umple spaţiile dintre formaţiunile nodulare ale pulpei albe).

Pulpa albă este formată din totalitatea ariilor care conţin ţesut limfoid: tecile limfoide periarteriolare, foliculii limfoizi (corpusculii

Malpighi) şi ţesutul limfoid difuz. Tecile limfoide periarteriolare sunt dispuse în jurul arteriolelor, la care adventiţia este înlocuită cu ţesut reticular în care se află aglomerate în principal limfocite mici, dar şi limfocite mijlocii şi mari, plasmocite şi macrofage. Cantitatea de ţesut limfoid nu este constantă, ci variază ca răspuns la anumiţi stimuli. Foliculii splenici sunt îngroşări zonale ale tecilor limfoide periarteriolare. Ei sunt foliculi limfatici tipici şi pot prezenta centru germinativ. Aceşti foliculi sunt organizaţi împrejurul arteriolelor care străbat excentric foliculul, deoarece ele ocolesc centrul germinativ.

În pulpa albă limfocitele T şi B sunt dispuse în general preferenţial: limfocitele T populează tecile limfoide periarteriolare, iar limfocitele B sunt concentrate în foliculii splenici. La animalul tânăr şi la adult pulpa albă formează o mare parte din volumul splinei, dar odată cu înaintarea în vârstă numărul foliculilor splenici scade.

La periferia foliculului limfoid există o zonă numită *zona marginală*, formată din ţesut limfoid difuz, care conţine câteva limfocite, numeroase macrofage şi celule prezentatoare de antigene. În această zonă se opresc antigenele circulante, ea fiind foarte importantă pentru activitatea imunologică a splinei.

Pulpa roşie formează 75% din parenchimul splinei. Ea apare mai laxă decât pulpa albă şi este dispusă în spaţiul neocupat de pulpa albă şi trabeculi. Conţine numeroase sinusuri venoase, între care se află cordoane celulare (cordoane Billroth), formate din limfocite, plasmocite, granulocite şi macrofage.Sinusoidele splinei conţin sânge, au lumenul dilatat şi sunt tapetate de celule endoteliale. Celulele sinusoidelor sunt alungite, paralele cu axul vasului şi printre ele se găsesc spaţii care permit schimburi rapide cu ţesutul din jur.

Vascularizaţia splinei influenţează, prin modul de distribuţie a vaselor, organizarea pulpei albe şi roşii. Arterele intră în splină prin hil şi se ramifică odată cu ramificarea trabeculelor. Când ajung la un diametru de aproximativ 0,2 mm, ele părăsesc trabeculele şi intră în parenchimul splenic. Aici adventiţia lor este înlocuită cu ţesut reticular în care se dispun limfocite (teaca limfoidă). Din loc în loc, teaca limfoidă periarteriolară prezintă îngroşări nodulare dilatate, care poartă numele de foliculi splenici (corpusculi Malpighi). După mai multe ramificaţii, arteriolele se continuă cu capilare, iar acestea cu sinusurile venoase.

Vasele limfatice eferente sunt prezente în capsulă şi în trabeculii mari, dar şi la nivelul pulpei roşii, însoţind arterele.

Inervaţia splinei este asigurată de fibre amielinice ce însoţesc arterele şi se termină la nivelul celulelor musculare netede din pereţii acestora, iar unele pătrund în parenchim.

Funcţiile principale ale splinei sunt: de filtrare a sângelui, limfocitopoetică, de rezervor sanguin, imunitară şi hematopoetică.

Funcţia de filtrare a sângelui este favorizată de circulaţia încetinită şi de prezenţa reţelei reticulare, cu reţinerea celulelor îmbătrânite (eritrocite leucocite, plachete etc.) sau a unor particule. Funcţia limfocitopoetică este asigurată în special de pulpa albă, la nivelul foliculilor limfoizi. Funcţia de rezervor sanguin este asigurată de pulpa roşie care poate depozita un număr foarte mare de celule sanguine şi să le repună în circulaţie, ca să ajusteze volemia. Funcţia imunitară este asigurată de monocitele sanguine, care ajunse aici se transformă în macrofage. Macrofagele fagocitează toate celulele îmbătrânite (inclusiv hematiile bătrâne, de aceea splina este considerată cimitirul hematiilor), uzate şi alte particule ajunse la acest nivel. Faţă de antigenele pătrunse pe cale sistemică, plasmocitele sintetizează

anticorpi specifici. Funcţia hematopoetică este exercitată de splină în viaţa intrauterină, dar poate fi reluată temporar şi la animalele adulte în anumite situaţii patologice (anemii severe, intoxicaţii etc.).

Ţesutul limfoid asociat mucoaselor

Ţesutul limfoid asociat mucoaselor este format din infiltraţii limfoide difuze şi foliculi limfoizi localizaţi în: amigdale, mucoasa esofagiană, plăcile Peyer din intestin, apendicele ileo-cecal şi corionul mucoasei unor organe.

Amigdalele sunt formate din aglomerări de foliculi limfoizi acoperiţi de epiteliul mucoasei din regiunea respectivă. Numărul foliculilor din structura amigdalelor este mai mare decât în cazul plăcilor Peyer. Foliculii, împreună cu corionul care îi înconjoară şi epiteliul care îi acoperă, formează structuri limfoepiteliale. Astfel de structuri limfoepiteliale se află în regiunea bucofaringiană, unde formează inelul Waldeyer, alcătuit din amigdalele linguale, palatine, faringiene şi tubare.

Plăcile Peyer se găsesc în ţesutul conjunctiv (corion) al intestinului subţire (ileon), în porţiunea opusă inserţiei mezenterului. O placă Peyer conţine 4-6 foliculi limfoizi şi o infiltraţie limfoidă interfoliculară. Majoritatea foliculilor au centru germinativ (foliculi secundari). În dreptul plăcilor Peyer, mucoasa intestinală este lipsită de vilozităţi, glande şi celule mucoase. În schimb sunt prezente celule M, cu rol în captarea şi transferul antigenelor spre foliculii limfoizi subiacenţi.

SISTEMUL DIGESTIV

În alcătuirea sistemului digestiv intră o serie de organe care participă la realizarea proceselor de digestie şi absorbţie. Componentele sistemului digestiv sunt: cavitatea bucală, tubul digestiv şi glandele anexe.

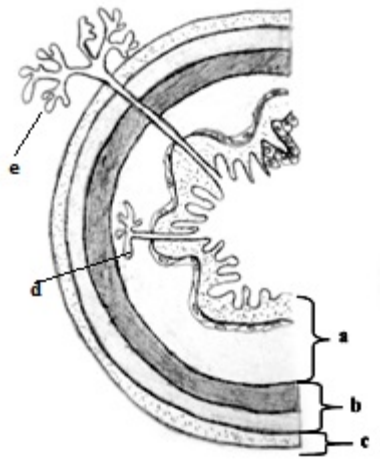

Fig. 1. Tub digestiv: (a) mucoasa şi submucoasa, (b) musculara, (c) seroasa/adventiţia, (d) glandele tubului digestiv, (e) ficatul şi pancreasul.

Cavitatea bucală

Cavitatea bucală este formată din următoarele componente: buzele, obrajii, limba şi dinţii.

Buzele şi obrajii prezintă un strat mijlociu format din ţesut conjunctiv fibro-elastic, care conţine celule musculare striate scheletale, fibre nervoase şi glande salivare minore. Acest strat este tapetat la exterior de piele (cu foliculi piloşi, glande sebacee şi glande sudoripare), iar la interior de mucoasa bucală.

Mucoasa bucală este formată dintr-un epiteliu stratificat pavimentos, aşezat pe un corion. Ea prezintă variaţii regionale, putându-se deosebi trei tipuri de mucoasă bucală: comună, masticatorie şi specializată.

Mucoasa bucală comună căptuşeşte vestibulul oral, faţa internă a obrajilor şi faţa ventrală a limbii. Ea este formată dintr-un epiteliu stratificat pavimentos necheratinizat, aşezat pe un corion dezvoltat. În zona profundă a corionului se găsesc vase de sânge, nervi, infiltraţii limfoide, glande salivare mici etc. Acest corion dezvoltat permite o oarecare mobilitate a mucoasei în raport cu stratul subiacent.

Mucoasa bucală masticatorie este prezentă la nivelul gingiilor, pe faţa dorsală a limbii şi pe palatul dur. Ea este formată dintr-un epiteliu stratificat pavimentos, aşezat pe un corion, mai subţire decât în restul cavităţii bucale, dar cu o structură densă, care ataşează puternic epiteliul la structurile profunde. Epiteliul suferă procese de cheratinizare de diferite intensităţi (în funcţie de specie).

Limba este alcătuită dintr-un ax-musculo-conjunctiv, tapetat atât pe faţa dorsală cât şi pe cea ventrală, de mucoasa lingual. Axul limbii conţine fascicule de muşchi striaţi cu dispunere tridimensională (ceea ce îi asigură o mare mobilitate şi complexitate a mişcărilor). Între fasciculele musculare, în ţesutul conjunctiv, există acini glandulari. La rădacina limbii exista acini seroşi (glandele von Ebner) şi mucoşi. În corpul limbii acinii sunt mucoşi, iar către vârful acesteia acinii sunt micşti. Ţesutul conjunctiv ce umple spaţiile dintre celulele musculare, conţine de asemenea vase de sânge, nervi precum şi o cantitate variabilă de ţesut adipos.

Mucoasa lingual este formată dintr-un epiteliu stratificat pavimentos aşezat pe un corion dens ce se continuă dirct cu septele conjunctive ce inconjoară fasciculele de celule musculare din axul limbii. Limba nu prezintă

submucoasă. Pe faţa inferioară, mucoasa lingual este netedă, prezentând un epiteliu stratificat pavimentos necheratinizat, relativ subţire. Faţa dorsală este acoperită de mucoasă bucală specializată, care prezintă numeroase proeminențe numite papile linguale. Papilele linguale au un ax central conjunctiv iar epiteliul vine și acoperă aceste proeminențe. Există patru tipuri de papile linguale: filiforme, fungiforme, circumvalate şi foliate.

Papilele filiforme, răspândite pe toată suprafaţa limbii, sunt dispuse în general sub formă de rânduri paralele. Ele au formă conică şi în axul lor se găseşte corion. Epiteliul care le îmbracă este stratificat pavimentos cheratinizat şi destul de dur. Sunt singurele papile care nu conţin muguri gustativi.

Papilele fungiforme, dispuse printre rândurile de papile filiforme, sunt mai numeroase către vârful limbii. Partea superioară a lor este dilatată, iar cea inferioară mai subţire astfel încât în ansamblu se aseamănă cu o ciupercă. Epiteliul care acoperă aceste papile este mai subţire în comparaţie cu cel de pe papilele filiforme. Prezintă rari muguri gustativi.

Papilele circumvalate sunt dispuse la nivelul „V”-ului lingual. Ele prezintă o proeminenţă centrală înconjurată de un şanţ circular. În pereţii lor laterali se găsesc numeroşi muguri gustativi. În fundul şanţului circular se deschid canalele glandelor seroase von Ebner, a căror secreţie spală mugurii gustativi, pregătindu-i pentru recepţionarea unor noi stimuli.

Papilele foliate se găsesc pe marginea posterolaterală a limbii şi au aspect de pliuri paralele, separate de şanţuri, în care se găsesc puţini muguri gustativi. În profunzimea şanţurilor se deschid canalele unor glande seroase.

Toate papilele conţin terminaţiuni nervoase (receptori tactili).

Dinţii, deşi sunt diferiţi ca formă şi mărime, au structură similară, fiind formaţi din componente dure (dentină și smalţ), componente moi (pulpa

dentară) şi structuri asociate (ligament periodontal, cement, os alveolar şi gingie).

Dentina este un ţesut calcificat asemănător cu osul, dar cu duritate mai mare. Este formată dintr-o componentă anorganică (80%) şi una organică (20%). Componenta anorganică este formată din săruri de calciu (cristale de hidroxiapatită), iar cea organică din colagen. Este acoperită la nivelul coroanei şi coletului, de către smalţ, iar la nivelul rădăcinii, de către cement. La interior se continuă cu pulpa dentară. Numeroase structuri tubulare subţiri, dispuse paralel unele cu altele, străbat dentina dintr-o parte în cealaltă şi poartă numele de tubuli dentinali. Procesele odontoblastice pătrund în tubulii dentinali până la joncţiunea dentinei cu smalţul sau cementul, unde se ramifică. Dentina nu este vascularizată.

Smalţul este un ţesut acelular de origine epitelială, care acoperă coroana şi coletul dintelui, fiind structura cea mai dură din organism. Duritatea este dată de cantitatea mare de material anorganic (99%), sub forma cristalelor de hidroxiapatită. Matricea organică reprezintă doar 1% şi nu conţine colagen, ci o proteină denumită emaelină. Unităţile structurale ale smalţului sunt prismele de smalţ. Fiecare prismă este formată de un singur ameloblast şi apare hexagonală pe secţiune transversală. Ameloblastele sunt celule prismatice, înalte, vârful lor (dinspre dentină) alungindu-se ca fibre Tomes. Aceste prelungiri formează bastonaşe, iar cristalele mari de apatită se aşează paralel cu bastonaşul. După ce smalţul este deplin format, ameloblastele persistă o perioadă scurtă de timp, dar dispar la erupţia dinţilor. Pierderea ameloblastelor împiedică formarea ulterioară a smalţului.

Pulpa dentară este ţesutul conjunctiv care umple camera pulpară. Ea este formată din fibre subţiri de colagen, substanţă fundamentală şi celule stelate (asemănătoare cu cele mezenchimale). În număr mic pot fi prezente şi

alte celule ca: limfocite, macrofage, plasmocite şi eozinofile. La periferia pulpei se află *odontoblastele* dispuse pe un singur rând. Ele sunt responsabile de formarea, menţinerea (nutriţia) şi repararea dentinei. Odontoblastele prezintă complexe joncţionale şi prelungiri citoplasmatice subţiri şi lungi, denumite procese odontoblastice (străbat dentina).

Prin canalul radicular (apex) pătrunde o arteriolă cu pereţii subţiri şi ies două venule. Arteriola se ramifică şi formează un plex capilar, situat dedesubtul odontoblastelor. Tot pe la nivelul apexului pătrund nervii, care apoi deservesc vasele de sânge şi odontoblastele.

Ligamentul periodontal este dispus între alveola dentară şi dinte în aşa fel încât susţine şi gingia la nivelul coletului. Structural este format din ţesut conjunctiv fibros în care fascicule groase de fibre de colagen traversează de la alveola dentară la cement, extinzându-se în os şi în cement ca fibre Sharpey. Între fibre se găsesc fibroblaste. În spaţiile dintre fasciculele de fibre se găsesc vase de sânge, limfatice şi nervi.

Cementul acoperă dentina de la colet la apex şi are structură asemănătoare osului. Pornind de la nivelul joncţiunii cu smalţul, cementul are aspectul unei lamele care se îngroaşă pe măsură ce se apropie de vârful rădăcinii. În treimea superioară este subţire şi acelular, iar în partea inferioară conţine celule numite cementocite, dispuse în cementoplaste. Cementul creşte foarte încet, în condiţii normale.

Osul alveolar formează peretele alveolei în care este situată rădăcina dintelui. Este format din două tăblii de ţesut osos compact (conţine sisteme haversiene complete şi incomplete), între care se află un strat de os spongios.

Gingia este o membrană mucoasă care se inseră pe coletul dintelui, fiind ataşată puternic de periostul maxilarului şi al mandibulei. Este alcătuită dintr-un epiteliu stratificat pavimentos parţial cheratinizat, dispus pe un

corion (lax în partea sa superficială), ce prezintă numeroase papile conjunctive. Între gingie şi dinte se delimitează şanţul gingival, la nivelul căruia pot rămâne cantonaţi microbi şi resturi alimentare.

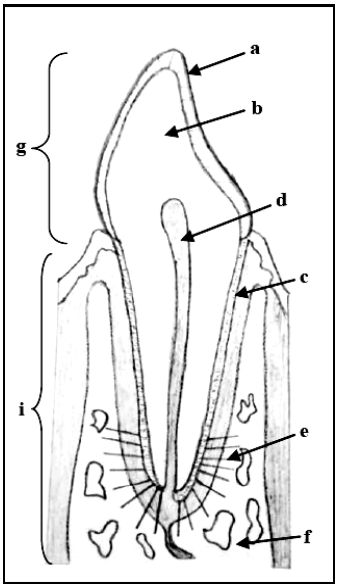

Fig. 2. Structura dintelui (incisiv): (a) smalţ, (b) dentină, (c) cement, (d) cavitate pulpară, (e) membrană periodontală, (f) os alveolar, (g) coroană, (i) rădăcină.

Faringele

Faringele, dispus în continuarea cavităţii bucale, este un organ tubular format din mucoasă, musculară şi adventiţie.

Mucoasa este formată din epiteliu şi corion. La nivelul rinofaringelui epiteliul este de tip respirator. Aici corionul conţine glande seromucoase, mai numeroase în vecinătatea orificiului tubei auditive. Orofaringele şi hipofaringele sunt acoperite de epiteliu stratificat pavimentos necheratinizat. Aici, corionul este dezvoltat şi format din 3 zone: superficială, mijlocie şi

profundă. Zona superficială este puternic infiltrată cu limfocite dispuse în foliculi care formează amigdalele palatine şi amigdala faringiană. Zona mijlocie este formată din ţesut conjunctiv lax, iar zona profundă din fibre elastice dispuse în reţea. Glandele seromucoase sunt organizate în grupuri mici şi îşi varsă produsul de secreţie la suprafaţa mucoasei prin mici canale independente.

Musculara este alcătuită din celule musculare striate dispuse în două planuri: intern circular şi extern cu celule orientate longitudinal sau oblic.

Adventiţia este formată din ţesut conjunctiv dens neorientat.

Esofagul

Esofagul este un organ tubular, dispus între faringe şi stomac. Peretele său este format din trei straturi în treimea anterioară (mucoasă, musculară şi adventiţie) şi patru straturi în celelalte două treimi (mucoasă, submucoasă, musculară şi adventiţie sau seroasă).

Mucoasa esofagului este formată din epiteliu, corion şi musculara mucoasei (în treimea mijlocie şi în cea distală). Epiteliul este stratificat pavimentos necheratinizat, dispus în continuarea celui faringeal. La unele specii este parţial cheratinizat (rozătoare), iar la altele cheratinizat (rumegătoare). Corionul conţine puţine celule, vase de sânge şi rari foliculi limfoizi. Musculara mucoasei este formată din două straturi subţiri de celule musculare netede. Ea este absentă în prima porţiune a esofagului, devenind continuă şi groasă în treimea distală.

Submucoasa este formată din ţesut conjunctiv lax care conţine fibre relativ groase de colagen şi elastină. În submucoasă se găsesc glande tubulo-alveolare mucoase, al căror produs de secreţie ajunge la suprafaţa mucoasei

şi facilitează trecerea uşoară a bolului alimentar. În jurul glandelor se poate găsi un infiltrat cu limfocite, eozinofile, plasmocite.

Musculara este diferită în cele trei porţiuni ale esofagului. Astfel, în treimea anterioară sunt prezente celule musculare striate, apoi o porţiune scurtă (de tranziţie) care conţine atât celule musculare striate cât şi netede. În cele două treimi distale există numai celule musculare netede, dispuse net pe două straturi: intern circular şi extern longitudinal.

Adventiţia, înveleşte esofagul la exterior până la diafragmă şi este formată din ţesut conjunctiv lax. Segmentul scurt postdiafragmatic este învelit de seroasa peritoneală.

Compartimentele pregastrice de la rumegătoare

La rumegătoare, între esofag şi stomacul propriu-zis (cheag) se interpun trei organe cavitare numite prestomace. Ele poartă numele de rumen, reţea şi foios.

Rumenul este primul şi cel mai mare dintre compartimentele pregastrice. El este un organ cavitar care are peretele format din tunicile descrise la organele tubului digestiv: mucoasă, submucoasă, musculară şi seroasă.

Mucoasa este formată din epiteliu şi corion. Epiteliul este stratificat pavimentos cheratinizat, iar corionul este format din ţesut conjunctiv dens. Musculara mucoasei *lipseşte* în rumen. Rumenul prezintă expansiuni mari, numite papile ruminale (sau primare) cât şi alte proeminenţe mult mai mici numite papile secundare. Papilele ruminale (primare) sunt formate din mucoasă (epiteliu şi corion) şi submucoasă. Papilele secundare sunt formate doar din mucoasă (epiteliu şi corion). Mucoasa rumenului nu prezintă glande.

Submucoasa, formată din ţesut conjunctiv relativ lax, permite deplasarea mucoasei în raport cu straturile musculare şi intră în axul papilelor ruminale.

Musculara este dezvoltată şi conţine celule musculare netede dispuse pe două straturi: intern circular şi extern longitudinal.

Seroasa peritoneală acoperă organul la exterior pe toate părţile, cu excepţia locului unde el aderă la regiunea sublombară şi la pilierii diafragmatici.

Reţeaua are o formă aproape sferică şi este cel mai mic dintre compartimentele pregastrice. Peretele organului este format din: mucoasă, submucoasă, musculară şi seroasă.

Rețeaua prezintă cute (pliuri sau creste) primare, secundare și terțiare. Pliurile primare sunt de dimensiuni mari și delimitează areole reticulare. Pliurile primare sunt formate din mucoasă și submucoasă. Mucoasa este formată din epiteliu, corion și musculara mucoasei. Epiteliul și corionul au aceeași structură ca în rumen. Musculara mucoasei este prezentă doar în pliurile primare și este dispusă longitudinal în treimea apicală a acestora. Pe secțiune, musculara mucoasei are formă de *burelet muscular*. Pliurile secundare sunt mult mai mici ca cele primare. Ele sunt prezente atât pe pliurile primare cât și între ele. Acestea pot fi simple sau la rândul lor pot prezenta pliuri terțiare (aspect ramificat). În structura pliurilor secundare intră mucoasa (epiteliu și corion) și submucoasa. În structura pliurilor terțiare intră doar mucoasa (epiteliu și corion). În rest, tunicile rețelei au aceeaşi structură ca la rumen.

Foiosul este ultimul dintre cele trei compartimente pregastrice şi prezintă o mucoasă prevăzută cu pliuri (foi) foarte înalte, în formă de lame.

Musculara mucoasei formează un strat subţire, continuu, care trece de la o lamă la alta, urcă până în vârful lamei, coboară pe partea cealaltă şi trece la lama următoare. Din punct de vedere macroscopic lamele sunt de 4 tipuri (în funcție de dimensiune). Din punct de vedere structural lamele sunt de două tipuri. Lamele mici (ordinul III și IV) sunt formate din mucoasa (epiteliu, corion și musculara mucoasei) și submucoasă iar cele mari (ordinul I și II) sunt formate din mucoasă, submucoasă și musculară (fascicule de celule musculare desprinse din stratul intern).

În rest, structura tuturor tunicilor este asemănătoare cu cea de la compartimentele descrise anterior.

Stomacul

Stomacul este format şi el din cele patru tunici: mucoasa, submucoasa, musculara şi seroasa.

Mucoasa prezintă două zone (etaje): superficială şi profundă. Din punct de vedere structural, mucoasa este formată din epiteliu, corion şi musculara mucoasei. Epiteliul poate fi de suprafață sau profund. În zona superficială sunt prezente invaginaţii numite cripte gastrice tapetate de epiteliu de suprafață.

Epiteliul de suprafaţă este format din celule prismatice dispuse pe un singur rând. Acest epiteliu, pe lângă funcția de acoperire are și funcție secretorie (este de fapt o glandă membraniformă). El căptuşeşte stomacul la suprafaţă și se continuă în cripte. Celulele au înălţimea de 25 µm şi nuclei ovali situaţi în treimea bazală a celulelor. Citoplasma conţine reticul endoplasmic rugos şi aparat Golgi bine dezvoltate, precum şi numeroase granule de mucină în zona apicală. Aceste celule secretă un mucus glicoproteic vâscos, cu pH alcalin (insolubil în acid clorhidric). El formează

pe suprafaţa mucoasei un strat protector, faţă de agresiunea acidului clorhidric secretat de glandele gastrice.

Epiteliul profund este dispus în continuarea celui superficial (de la fundul criptelor) și intră în structura glandelor din mucoasă.

În grosimea mucoasei se află numeroase glande tubulare simple, sau ramificate, care se întind de la musculara mucoasei până la baza criptelor gastrice. În stomac se află trei tipuri de glande: cardiale, fundice (gastrice propriu-zise) şi pilorice.

Glandele cardiale se extind pe o zonă mică de doar 2-4 cm de la orificiul cardia. Ele sunt glande tubulare, simple sau ramificate, au lumenul relativ larg, adesea încolăcite în zona profundă şi se deschid la nivelul unor cripte adânci. Celulele acestor glande sunt predominant secretoare de mucus.

Glandele gastrice propriu-zise ocupă cea mai mare parte din mucoasa stomacului (fundus şi corp). Ele sunt lungi, drepte şi se deschid (câte 3-7) prin cripte scurte, la suprafaţa mucoasei. Epiteliul acestor glande este format din mai multe tipuri de celule: mucoase, stem, parietale, principale şi enteroendocrine.

Celulele mucoase ale gâtului glandelor, sunt mai mici decât celulele mucigene ale epiteliului de suprafaţă, au nucleul dispus bazal şi citoplasma bazofilă. Ele produc un mucus solubil, acid.

Celulele stem (nediferenţiate) se află în zona gâtului glandelor. Sunt celule cubice, cu o mare capacitate de diviziune şi asigură înlocuirea celulelor epiteliului de suprafaţă şi a celui glandular.

Celulele parietale, sunt dispuse printre celelalte tipuri de celule, la nivelul gâtului şi corpului glandelor, fiind mai numeroase în treimea apicală a acestora. Ele sunt celule mari (20-30 μm), cu nucleu sferic şi citoplasma

acidofilă. Polul lor bazal este larg, evazat pe membrana bazală. Celulele parietale secretă precursorii acidului clorhidric şi factorul intrinsec Castle.

Celulele principale, se află intercalate printre cele parietale, fiind mai numeroase în porţiunea bazală a glandelor. Sunt celule piramidale cu nucleu sferic, dispus în treimea bazală şi citoplasma bazofilă (datorită reticulului endoplasmic rugos dezvoltat). Celulele principale secretă pepsinogen, care în mediul acid al stomacului devine pepsină (rol în digestia proteinelor).

Celulele enteroendocrine sunt mai numeroase în zona bazală a glandelor şi secretă gastrină, serotonină, histamină şi glucagon.

Glandele pilorice se găsesc la nivelul canalului şi antrului piloric, deschizându-se în cripte adânci, ce ocupă jumătate din grosimea mucoasei. Glandele sunt scurte, încolăcite şi au un lumen relativ larg. Celulele care le alcătuiesc sunt în marea lor majoritate secretoare de mucus, dar conţin şi celule enteroendocrine şi celule stem.

Corionul, redus cantitativ, este format din fibre de colagen şi reticulină, cu rare fibroblaste şi celule musculare netede. El ocupă spaţiul dintre cripte şi glande şi poate fi infiltrat cu limfocite, plasmocite, granulocite, macrofage, mastocite etc. Este mai bine reprezentat unde densitatea glandelor este mai mică (zona cardia şi antru) şi către suprafaţa mucoasei, unde spaţiile dintre cripte sunt ceva mai largi, comparativ cu cele dintre glande (în profunzime).

Musculara mucoasei, subţire, este reprezentată de două straturi de celule musculare netede: unul circular intern şi unul longitudinal extern.

Submucoasa stomacului este formată din ţesut conjunctiv lax care conţine fibre de colagen şi elastice. Pe lângă fibroblaste, mai apar aici fibrocite, plasmocite, mastocite şi uneori adipocite. Submucoasa conţine vase de sânge, limfatice şi nervi (plexul nervos submucos Meissner).

Musculara este formată din celule musculare netede, aranjate pe trei straturi: extern longitudinal, mijlociu circular şi intern oblic. Spaţiul dintre planurile musculare este ocupat de ţesut conjunctiv, care conţine plexuri vasculare şi nervoase (plexul lui Auerbach). La nivelul pilorului stratul circular mijlociu este îngroşat şi formează sfincterul piloric.

Seroasa peritoneală acoperă stomacul la exterior, iar la nivelul marii şi micii curburi se continuă cu marele şi micul epiplon. Majoritatea vaselor, care vin şi pleacă de la stomac, trec prin epiplon.

Stomacul la păsări

Stomacul păsărilor este format din două compartimente: stomacul glandular şi stomacul muscular (triturator).

Stomacul glandular, de formă ovoidă, are peretele format din mucoasă, submucoasă, musculară şi seroasă.

Mucoasa, este formată din epiteliu, corion şi musculara mucoasei. Epiteliul este de două tipuri: superficial și profund. Mucoasa prezintă două zone: superficială și profundă. În zona superficială sunt prezente cripte gastrice tapetate de epiteliul de suprafață. Epiteliul de suprafață este simplu prismatic, cu celule înalte ce secretă mucus cu rol de protecție a mucoasei față de acțiunea sucului gastric. Zona profundă în general este mai subțire și este ocupată de glandele gastrice. Aceste glande sunt formate din epiteliul glandular. Glandele sunt tubulare, iar celulele din pereții glandelor secretă tot mucus. Glandele sunt aliniate cu fundul pe musculara mucoasei, care este subţire şi formată din celule musculare netede, dispuse circular şi longitudinal. Corionul este relativ dens și bine vascularizat.

Submucoasa, foarte dezvoltată, este ocupată aproape în întregime de lobuli glandulari, de dimensiuni mari şi formă poligonală, responsabili de

secreția sucului gastric. Lobulii glandulari sunt formaţi din tubi glandulari, dispuşi radiar, care îşi varsă produsul de secreţie într-un lumen central. Tubii glandulari au peretele format din epiteliu simplu cubic, înconjurat de un țesut conjunctiv fin dar foarte bine vascularizat. În acest epiteliu celulele secretă atât acidul clorhidric cât şi pepsinogenul. Lumenul lobulilor este tapetat de epiteliu simplu prismatic asemănător cu cel din epiteliul de suprafață. Lobulii glandulari își elimină produșii de secreție, prin intermediul unui canal scurt, într-o criptă gastrică, la suprafaţa mucoasei. Printre lobulii glandulari se găsesc trabeculi conjunctivi subţiri.

Musculara, este formată din celule musculare netede şi este asemănătoare cu cea din stomacul la monogastrice.

Seroasa peritoneală acoperă organul la exterior şi are structura tipică a seroaselor.

Stomacul muscular este un organ cavitar cu perete foarte gros, format din următoarele straturi: cuticula, mucoasa, musculara şi seroasa.

Mucoasa, este formată din epiteliu şi corion. Epiteliul este simplu prismatic, iar corionul este format din ţesut conjunctiv dens. Mucoasa conţine glande tubulare, care secretă un mucus vâscos numit caolină. Ajuns la suprafaţa mucoasei, el include unele resturi (celulare, minerale, vegetale) aflate în zonă, se deshidratează, se solidifică şi formează un strat gros, foarte rezistent, numit *cuticulă*. Corionul este relativ gros, format din țesut conjunctiv dens. Acesta se continuă direct cu țesutul conjunctiv prezent în musculară, astfel încât mucoasa nu are mobilitate în raport cu musculara.

Musculara, foarte dezvoltată, este formată din celule musculare netede dispuse sub formă de fascicule. Fasciculele în general au dispoziție plexiformă și sunt solidarizate între ele cu țesut conjunctiv dens. Fasciculele se inseră pe curbura stomacului la un țesut conjunctiv aponevrotic. Această

dispoziţie face ca musculara să se asemene macroscopic cu muşchiul striat, deşi este formată din celule musculare netede.

Seroasa peritoneală acoperă organul la exterior.

Intestinul subţire

Intestinul subţire prezintă cele patru tunici caracteristice tubului digestiv: mucoasa, submucoasa, musculara şi seroasa.

Mucoasa este înalt specializată pentru funcţia de absorbţie şi prezintă unele structuri cu rol de creştere a suprafeţei sale. Ele sunt: plicile semicirculare, vilozităţile intestinale şi microvilii.

Vilozităţile intestinale sunt expansiuni digitiforme, cu lungime de 0,5-1,5 mm. Fiecare vilozitate este formată dintr-un ax central, acoperit la exterior de un epiteliu simplu prismatic, format în marea majoritate din enterocite şi puţine celule caliciforme. Axul vilozităţii este ocupat de corion, care conţine fibroblaste, limfocite, plasmocite, macrofage. Tot aici se găseşte o arteriolă şi o venulă cu o bogată reţea capilară, precum şi un vas limfatic, denumit chilifer central. Chiliferul central este un capilar limfatic sinusoid. Câteva celule musculare netede dispuse longitudinal în axul vilozităţilor alcătuiesc muşchiul vilozitar (muschiul lui Brucke). Celulele musculare îşi au originea în musculara mucoasei.

Microvilii sunt prezenţi la polul apical al enterocitelor, ca proiecţii digitiforme de aproximativ 1,5 µm înălţime la enterocitele din vârful vilozităţii şi mai scurţi la cele de la baza acestora. Ei măresc de peste 20 de ori suprafaţa de absorbţie a fiecărei celule. Microvilii sunt vizibili la microscopul optic ca o bordură apicală, numită platou striat.

Mucoasa intestinului subţire este alcătuită din epiteliu, corion şi musculara mucoasei.

Epiteliul de suprafaţă este simplu prismatic şi conţine următoarele tipuri celulare: enterocite, celule caliciforme, celule enteroendocrine şi celule M.

Enterocitele sunt celule prismatice, cu înălţimea de 25-30 µm, dispuse într-un singur strat pe membrana bazală. Enterocitele sunt solidarizate între ele prin complexe joncţionale, care nu permit pătrunderea particulelor şi a fluidelor din lumenul intestinal, prin spaţiile intercelulare. Nucleii enterocitelor sunt ovoizi, dispuşi în treimea mijlocie a celulelor. Mitocondriile, numeroase, sunt alungite şi aşezate paralel cu axul lung al celulelor, înspre bază. Reticulul endoplasmic este prezent în întreaga citoplasmă, iar ribozomii relativ puţini. Aparatul Golgi, localizat supranuclear, este dezvoltat, iar lizozomii sunt mai bine reprezentaţi numeric în celulele bătrâne. Enterocitele din vârful vilozităţii sunt celule mature, cu o durată de viaţă de aproximativ 5-6 zile. Ele se reînnoiesc pe baza celulelor stem de la nivelul gâtului glandelor.

Celulele caliciforme sunt situate printre enterocite, numărul lor crescând dinspre duoden înspre porţiunea terminală a ileonului. În general, baza celulelor este mai îngustă, apare mai intens colorată şi conţine nucleul, ribozomi liberi, reticul endoplasmic rugos, mitocondrii. Polul apical al celulelor caliciforme este dilatat, ca urmare a acumulării granulelor de secreţie. Mucusul din granulele de secreţie este eliminat prin exocitoză la suprafaţa epiteliului, unde formează un strat protector.

Celulele enteroendocrine sunt rare în epiteliul vilozitar şi ceva mai numeroase în cel glandular. Sunt celule mici, răspândite printre alte tipuri celulare. Produsul lor de secreţie este format din hormoni şi peptide active, implicate în reglarea secreţiei gastrice, motilităţii intestinale şi a secreţiei

biliare. Astfel, ele produc gastrină, somatostatină, motilină, serotonină, colecistochinină etc.

Celulele M sunt prezente în epiteliul situat deasupra plăcilor Peyer. Ele au rol în endocitarea antigenelor şi transportul lor prin membrana bazală, spre limfocitele din zona subepitelială.

Epiteliul glandular continuă epiteliul de suprafaţă şi intră în structura glandelor intestinale (Lieberkuhn). Glandele (tubulare simple), sunt alcătuite din enterocite (mai mici, cu mai puţini microvili comparativ cu celulele epiteliului de suprafaţă şi cu nuclei dispuşi în jumătatea bazală a celulei), celule caliciforme, celule enteroendocrine, celule stem şi celule Paneth.

Celulele stem, situate la nivelul gâtului glandelor şi în porţiunea lor profundă, asigură înlocuirea diferitelor tipuri celulare, atât din glande cât şi din epiteliul vilozitar.

Celulele Paneth se găsesc doar în zona profundă a glandelor intestinale. Ele nu sunt prezente la toate speciile, au formă piramidală, baza fiind aşezată pe membrana bazală iar vârful orientat spre lumenul glandei. Aceste celule conţin în citoplasmă numeroase granule mari, colorate intens. Ele secretă lizozim.

Corionul formează axul vilozităţilor şi umple spaţiul dintre glandele intestinale. El este format din ţesut conjunctiv dens în care se observă infiltrate celulare cu: limfocite, plasmocite, macrofage, eozinofile, precum şi foliculi limfoizi solitari a căror număr este mai mare în porţiunea distală a ileonului.

Musculara mucoasei este formată din celule musculare netede organizate în două straturi subţiri: circular intern şi longitudinal extern. Din ea se desprind fascicule de celule musculare care pătrund în axul vilozităţilor, formând muşchiul vilozitar. Musculara mucoasei şi muşchiul

vilozitar participă la realizarea mişcărilor independente ale mucoasei faţă de celelalte straturi, precum şi la dinamica vilozităţilor.

Submucoasa relativ groasă, este alcătuită din ţesut conjunctiv lax care conţine fibre subţiri de colagen şi elastice, fibroblaste şi un număr variabil de adipocite, macrofage, limfocite, mastocite. Ea conţine numeroase vase sanguine şi limfatice de calibru mare, precum şi plexuri nervoase (plexul lui Meissner). La nivelul duodenului, submucoasa adăposteşte glandele duodenale (Brunner). Ele sunt glande de tip tubulo-acinar, organizate sub formă de lobuli şi secretă un mucus care tamponează aciditatea secreţiilor gastrice.

Musculara este formată din două planuri de celule musculare netede, unul intern mai gros, cu orientare circulară şi altul extern mai subţire, cu orientare longitudinală. Spaţiul dintre cele două planuri de celule musculare este ocupat de ţesut conjunctiv, care conţine plexuri vasculare şi nervoase (plexul mienteric Auerbach).

Seroasa acoperă intestinul la exterior.

Intestinul gros

Intestinul gros este format din: cecum, apendice, colon, rect şi canalul anal. El nu prezintă plici circulare şi vilozităţi.

Colonul conţine şi el cele patru tunici caracteristice tubului digestiv: mucoasa, submucoasa, musculara şi seroasa.

Mucoasa colonului este alcătuită din epiteliu, corion şi musculara mucoasei.

Epiteliul de suprafaţă este format dintr-un singur rând de celule, care sunt de mai multe tipuri: celule prismatice cu platou striat, celule

caliciforme, celule enteroendocrine etc. Caracteristic pentru intestinul gros este numărul mare de celule caliciforme comparativ cu intestinul subţire.

Epiteliul glandular intră în structura glandelor intestinale, dispuse în toată grosimea mucoasei. Aceste glande sunt mai lungi decât cele din intestinul subţire, mai numeroase şi în structura lor predomină celulele caliciforme.

Corionul, bogat în celule, conţine numeroase fibroblaste dispuse periglandular. El mai conţine foliculi limfoizi şi infiltrate cu limfocite, eozinofile, plasmocite, macrofage, etc.

Musculara mucoasei este formată din celule musculare netede dispuse pe două planuri: intern circular şi extern longitudinal.

Submucoasa este formată din ţesut conjunctiv lax şi nu prezintă particularităţi în comparaţie cu segmentele anterioare.

Musculara este formată din celule musculare netede, dispuse pe două straturi. Stratul intern, dispus circular, nu diferă de cel din regiunile anterioare. Stratul extern este reprezentat de trei benzi denumite tenii musculare (cu dispoziţie longitudinală).

Seroasa acoperă intestinul gros la exterior şi nu prezintă particularităţi semnificative în comparaţie cu segmentele anterioare.

Apendicele ileo-cecal este un diverticul al cecumului, bogat în foliculi limfoizi. Are formă de fund de sac şi lungime variabilă, în funcţie de specie (la unele specii lipseşte). În structura lui se regăsesc cele patru tunici, din structura intestinului gros.

Mucoasa este alcătuită dintr-un epiteliu simplu prismatic în care predomină enterocitele, iar printre ele sunt intercalate celule caliciforme. Glandele sunt mai reduse ca număr decât în restul intestinului. Corionul conţine un număr mare de foliculi limfoizi. Ei se pot extinde şi în

submucoasă. Musculara mucoasei este formată din celule musculare netede dispuse pe două planuri: intern circular şi extern longitudinal.

Submucoasa este formată din ţesut conjunctiv în care se găsesc vase de sânge, adipocite, nervi şi foliculi limfoizi cu centru germinativ.

Musculara este alcătuită din celule musculare netede dispuse pe două straturi: intern circular şi extern longitudinal.

Seroasa peritoneală aderă la stratul muscular extern pe care îl înveleşte pe toată suprafaţa.

Rectul, ultima porţiune a intestinului gros, prezintă şi el cele patru tunici caracteristice tractului digestiv.

Mucoasa este formată din epiteliu şi corion. Deasupra valvulelor anale epiteliul este simplu prismatic, cu numeroase celule caliciforme şi glande Lieberkuhn formate aproape exclusiv din celule caliciforme. La nivelul canalului anal epiteliul este stratificat pavimentos necheratinizat. Corionul este infiltrat difuz cu limfocite, dar conţine şi foliculi limfoizi.

Submucoasa are structură comparabilă cu segmentele anterioare şi conţine reţele vasculare abundente (plexuri venoase).

Musculara bine dezvoltată, este constituită din celule musculare netede, dispuse circular la interior şi longitudinal la exterior.

Tunica externă, formată din peritoneu, acoperă jumătatea anterosuperioară a ampulei rectale. Restul rectului este învelit de adventiţie, care se continuă cu ţesutul conjunctiv din jur.

Glandele salivare

Glandele salivare pot fi împărţite după dimensiunea lor, în minore şi majore. Cele minore sunt dispuse în corionul mucoasei bucale, au dimensiuni mici şi nu prezintă capsulă proprie. În funcţie de localizare sunt denumite:

labiale, bucale, glosopalatine, palatine etc. Din punct de vedere al compoziţiei, secreţia lor este similară cu a glandelor salivare majore. Glandele salivare majore sunt: parotida, submaxilara şi sublinguala.

Parotida, cea mai mare dintre glandele salivare, este formată din ţesut de susţinere şi parenchim.

Ţesutul de susţinere este reprezentat de capsulă, trabeculi şi stromă. Capsula acoperă glanda la exterior şi din ea se desprind trabeculi care o compartimentează în lobi şi lobuli. Stroma este formată din ţesutul conjunctiv intralobular delicat, care susţine acinii şi canalele. La nivelul ei se găsesc vase de sânge (ce se capilarizează în apropierea acinilor) şi nervi.

Parenchimul glandei este format din acini glandulari şi canale excretorii. Acinii sunt mici, de tip seros, formaţi din celule piramidale, aşezate cu baza largă pe membrana bazală şi cu polul apical înspre lumen. Acinul seros prezintă un lumen îngust, delimitat de 2-6 celule. Nucleul celulelor acinare este rotund şi dispus în treimea bazală a celulelor. Citoplasma este intens bazofilă în zona infranucleară, datorită prezenţei a numeroşi ribozomi şi a reticulului endoplasmic rugos bine dezvoltat şi acidofilă în zona apicală, care conţine granule secretorii. Produsul de secreţie al acestor celule are activitate amilazică pronunţată. Între membrana bazală şi celulele acinare, se găsesc câteva celule mioepiteliale, cu rol în eliminarea produsului de secreţie de la nivelul acinului.

Sistemul de canale este format din: canale intralobulare şi canale interlobulare.

Canalele intralobulare sunt dispuse în continuarea lumenului acinului. Prima porţiune a lor se numeşte *canal intercalar* şi este tapetat de celule epiteliale turtite dispuse pe un singur rând, pe membrană bazală. Ele devin din ce în ce mai cubice pe măsură ce se îndepărtează de acini. Canalele

intercalare se continuă cu *canalele striate,* delimitate de un singur rând de celule prismatice cu nucleul situat central. Numele de canale striate este dat de prezenţa în celulele canalului a unor striaţii bazale paralele, datorate dispoziţiei verticale a mitocondriilor.

Canalele intralobulare se continuă cu cele interlobulare, care sunt largi şi se găsesc la nivelul ţesutului conjunctiv interlobular. Ele sunt căptuşite iniţial de epiteliu simplu prismatic, apoi, pe măsură ce calibrul lor creşte, epiteliul devine pseudostratificat şi în final stratificat prismatic. Canalele interlobulare se unesc în final într-un canal principal (canalul Stenon, tapetat de epiteliu stratificat pavimentos necheratinizat), care se deschide printr-o papilă, în cavitatea bucală.

Submaxilara este o glandă mixtă în care, la majoritatea speciilor, predomină acinii micşti, dar se întâlnesc în număr redus şi acini seroşi şi mucoşi.

Capsula, trabeculii, stroma şi sistemul de canale excretorii sunt similare la majoritatea speciilor cu cele de la parotidă, doar canalele intercalare sunt mai scurte. La rozătoare, între canalele intercalare şi cele striate se află canalele granulare, foarte dezvoltate. Peretele lor este format din celule înalte secretorii, care prezintă în citoplasmă numeroase granule polimorfe. Canalele întralobulare se continuă cu canale interlobulare mari, tapetate de epiteliu pseudostratificat prismatic ce devine bistratificat cubic sau prismatic. Compoziţia salivei este modificată prin adăugarea mucusului produs de celulele mucoase existente în peretele acestor canale.

Canalele interlobulare se unesc şi formează canalul Wharton care se deschide în cavitatea bucală. Saliva produsă de aceste glande are o slabă activitate amilazică şi conţine lizozim, produs de celulele seroase semilunare.

Sublinguala este o glandă mixtă în care, la majoritatea speciilor, predomină acinii mucoşi. Există un număr mic de acini micşti, iar acinii seroşi sunt rari. Capsula care înveleşte organul este mai subţire decât la parotidă şi trabeculii mai puţini. Canalele excretorii sunt formate din canale intercalare şi canale striate mai scurte şi mai largi decât la parotidă. Canalele intralobulare se continuă cu cele interlobulare, iar acestea prin unirea lor formează canalul lui Bartholin care se deschide în cavitatea bucală.

Ficatul

Ficatul este acoperit de o capsulă fibroconjunctivă (capsula Glisson), învelită de peritoneu, pe cea mai mare parte a suprafeţei sale. Din capsulă se desprind trabeculi subţiri care pătrund la interiorul organului compartimentându-l în lobi şi lobuli. La porc trabeculii conjunctivi sunt mai dezvoltaţi în comparaţie cu bovinele, cabalinele, omul etc., motiv pentru care lobulaţia ficatului apare net conturată la porc. Se consideră că unitatea structurală a ficatului este lobulul hepatic clasic.

Lobulul hepatic are formă piramidală şi măsoară în medie 1-2 mm lungime şi 1 mm lărgime. Din cauza compresiunilor reciproce, lobulii hepatici prezintă feţe plane. Lobulul are formă poliedrică, pentagonală sau hexagonală şi prezintă o bază mai lată şi un vârf, pe unde iese venula centrolobulară. Lobulul hepatic clasic are mai multe canale portale la periferia sa (în cele 6 colţuri ale hexagonului).

Deşi lobulii au raporturi foarte strânse, sunt separaţi între ei de un strat subţire de ţesut conjunctiv interlobular. Acesta este mai bine reprezentat la confluenţa a 3-4 lobuli, locuri denumite *spaţii porte* (*spaţii Kiernan)*. Pe la nivelul acestor spaţii trec: arteriola hepatică terminală, venula portală terminală, canalul biliar, vase limfatice şi rare fibre nervoase.

Lobulul hepatic clasic are în centru venula centrolobulară şi cuprinde totalitatea parenchimului tributar acesteia. Componenta structurală principală a parenchimului hepatic este reprezentată de *hepatocite* (80% din populaţia celulară a ficatului). Ele sunt dispuse sub formă de cordoane (cordoane Remak), care converg radiar către venula centrolobulară. Dispoziţia radiară a cordoanelor este mai evidentă în partea internă a lobulului hepatic şi mai puţin ordonată în treimea externă. Printre cordoanele de hepatocite se găsesc capilare sinusoide, care converg şi ele înspre venula centrolobulară. Hepatocitul are în general forma unui poliedru cu 6-8 feţe. Celulele măsoară în medie 22-25 µm lungime şi 18-20 µm lăţime şi prezintă două feţe opuse, mărginite de câte un sinusoid (polii vasculari ai hepatocitului). Polul vascular este separat de sinusoid printr-un spaţiu îngust, numit spaţiu perisinusoidal Disse. Aici hepatocitul prezintă numeroşi microvili lungi. La nivelul celorlalte feţe, aplicate pe ale hepatocitelor vecine, prezintă un şanţ cu diametrul de 1 µm, care delimitează canaliculul biliar (poli biliari ai hepatocitului). Nucleii hepatocitelor sunt sferici şi prezintă variaţii în ceea ce priveşte mărimea, de la o celulă la alta. Ei sunt eucromatici şi conţin 1-2 nucleoli. Aproximativ 20% dintre hepatocite sunt binucleate.

Citoplasma hepatocitelor prezintă variaţii considerabile dependente de activitatea funcţională. Organitele intracitoplasmatice sunt bine reprezentate. Atât reticulul endoplasmic granular cât şi cel neted sunt în cantitate apreciabilă în hepatocit. Reticulul granular (corpusculii lui Berg) apare mai frecvent sub forma unor grupuri de 3-15 cisterne paralele, ale căror capete apar uşor dilatate. Pe lângă ribozomii ataşaţi membranelor reticulului endoplasmic granular, sunt prezenţi numeroşi poliribozomi, atât liberi cât şi asociaţi membranelor. Reticulul neted apare ca o reţea de tuburi ramificate şi anastomozate, dispuse adesea în continuarea reticulului rugos.

Aparatul Golgi este bine dezvoltat şi localizat perinuclear. Lizozomii variază ca aspect şi pot conţine lipofuscină. Mitocondriile sunt numeroase şi majoritatea au formă filamentoasă. Particulele de glicogen au un diametru de până la 0,1µm şi sunt asociate reticulului neted. Lipidele pot fi prezente ca picături sferice de mărimi variabile.

Vascularizaţia lobulului hepatic este asigurată de capilarele sinusoide intralobulare, care realizează un sistem capilar de tip port (situat între 2 vene). Sângele intră în reţeaua de sinusoide la periferia lobulului prin ramurile interlobulare ale venei porte şi arterei hepatice, drenându-se finalmente în venula centrolobulară. În peretele sinusoidelor se deosebesc două tipuri de celule: celule endoteliale şi celule Kupffer. Celulele endoteliale prezintă nucleu hipercrom, alungit, citoplasmă redusă, organite puţine şi mici. Celulele Kupffer, sunt macrofage fixe specializate pentru funcţia de fagocitoză şi pinocitoză. Ele sunt dispuse din loc în loc printre celulele endoteliale, au corp globulos ce proemină în lumenul vasului şi prezintă nucleu sferic. Peretele sinusoidal este discontinuu şi astfel plasma are acces direct la suprafaţa hepatocitelor, facilitând schimburile metabolice dintre ficat şi sânge.

Pe lângă lobulul hepatic clasic, au mai fost descrise două formaţiuni similare şi anume: lobulul portal şi acinul hepatic.

Lobulul portal are o formă triunghiulară pe secţiune transversală. În centrul său are un spaţiu port, conţine zone aparţinând de trei lobuli hepatici clasici adiacenţi şi o venulă centrolobulară la periferie, în fiecare colţ.

Acinul hepatic are formă de diamant în secţiune transversală. Acinul hepatic este constituit din totalitatea hepatocitelor irigate de acelaşi vas şi care îşi varsă bila în acelaşi canalicul biliar. Pe secţiune acinul poate fi reprezentat ca două zone triunghiulare suprapuse una peste alta, cu vârfurile

situate în părți opuse. În 2 vârfuri opuse se află venulele centrolobulare iar în celelalte două vârfuri 2 spații porte. Acinului hepatic îi pot fi descrise 3 zone (în funcție de gradul de oxigenare al sângelui din capilarele sinusoide): zona centrală (dintre spațiile porte – adică treimile externe a lobulior clasici), zona intermediară (treimea mijlocie a lobulului clasic) și zona periferică (treimea centrală a lobulului clasic). În zona centrală a acinului hepatic hepatocitele vin în contact cu sânge bine oxigenat și procesele de glicogeneză sunt intense. În zona intermediară, hepatocitele vin în contact cu sânge în care cantitatea de oxigen este moderată, în timp ce în zona periferică hepatocitele vin în contact cu sânge în care cantitatea de oxigen este foarte redusă. În această zonă, în hepatocite predomină procesele de glicogenoliză și metabolizarea lipidelor. În zona periferică a acinului, hepatocitele sunt cele mai vulnerabile la acțiunea nocivă a unor substanțe toxice (de exemplu alcoolul etilic).

Funcţia exocrină a ficatului constă în formarea şi eliminarea bilei. Bila este produsă de hepatocite, iar transportul ei în duoden se realizează prin intermediul căilor biliare, care cuprind următoarele segmente: căile biliare intrahepatice şi căile biliare extrahepatice.

Căile biliare intrahepatice sunt reprezentate de canaliculii biliari, canalele Herring şi canalele biliare portale

Canaliculii biliari reprezintă porţiunea iniţială a căilor biliare intrahepatice şi nu au perete propriu. Ei au un diametru mediu de 1 μm şi sunt delimitaţi de membrana hepatocitelor alăturate.

Canalele Herring leagă canaliculii biliari cu canalele biliare interlobulare (portale). Sunt canale scurte, cu perete propriu, format iniţial din celule scunde, apoi cubice şi au un diametru de 15 μm. Canalele Herring drenează în canalele biliare portale.

Canalele biliare portale au diametrul de 30-40 µm şi peretele format dintr-un epiteliu simplu cubic sau prismatic, înconjurat de o tunică conjunctivo-elastică care în segmentele distale devine fibroasă.

Căile biliare extrahepatice debutează cu cele două canale hepatice care, prin fuzionare, formează canalul hepatic comun. Acesta la rândul său se uneşte cu canalul cistic şi formează coledocul, care se deschide în lumenul duodenului. Epiteliul care tapetează aceste canale este simplu prismatic înalt, iar pe ultima porţiune a coledocului, este asemănător cu cel intestinal. Epiteliul este dispus pe o membrană bazală, peste care se găseşte o tunică fibroasă în porţiunea iniţială, apoi treptat devine fibromusculară. În porţiunea terminală a coledocului celulele musculare sunt mai numeroase, constituind sfincterul Oddi.

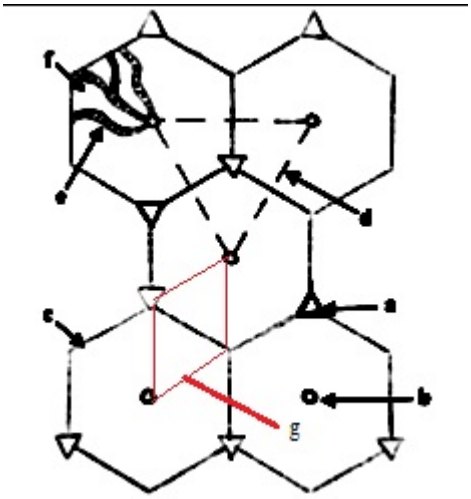

Fig. 3. Lobulul hepatic: (a) spaţiu port, (b) vena centrolobulară, (c) lobul hepatic hexagonal, (d) lobul portal, (e) cordoane hepatice, hepatocite, (f) capilar sinusoid (g) acin hepatic.

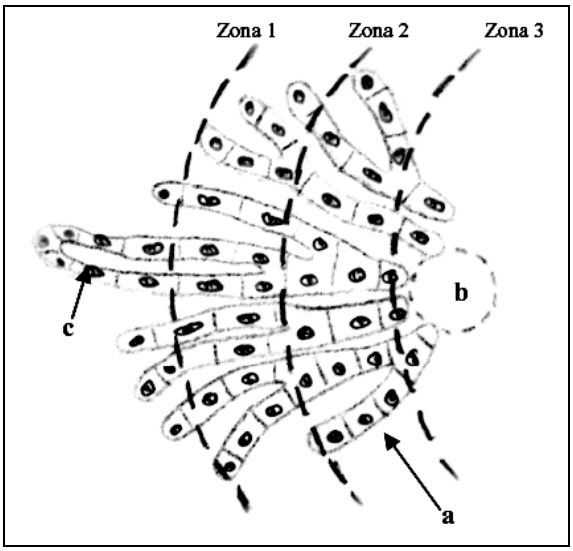

Fig. 4. Acin hepatic – unitatea morfofuncţională: (a) cordoane hepatice, (b) vena centrolobulară, (c) canalicul biliar.

Vascularizaţia ficatului este dublă: funcţională şi nutritivă.

Vascularizaţia funcţională este asigurată de *vena portă*, care se divide şi dă câte o ramură pentru fiecare lob în parte. Fiecare ramură lobară se divide în ramuri venoase mai mici, care după un scurt traiect ajung în spaţiul port şi se continuă cu venulele perilobulare, care înconjoară lobulul hepatic. Acestea emit ramuri perpendiculare care pătrund în lobuli sub formă de capilare sinusoide. Capilarele sinusoide au dispoziţie radiară şi se continuă cu venula centrolobulară. Mai multe venule centrolobulare se continuă cu o venă sublobulară care drenează în venele hepatice, iar acestea, în vena cavă inferioară.

Vascularizaţia nutritivă este asigurată de *artera hepatică* care pătrunde în ficat împreună cu vena portă, se împarte ca şi aceasta în ramuri lobare şi ramuri interlobulare. Din acestea, pornesc arteriole cu diametru din ce în ce mai mic, dintre care un număr mic rămân în afara lobulului hepatic şi se varsă în venele perilobulare, iar majoritatea pătrund în lobul, se

capilarizează în partea sa externă şi se varsă în capilarele sinusoide. De la acest nivel cele două circulaţii sunt comune.

Inervaţia ficatului este asigurată de fibre simpatice din plexul celiac şi parasimpatice ale nervului vag.

Funcţiile ficatului sunt multiple şi diverse. Astfel, el are rol în *menţinerea glicemiei* normale, hepatocitele preluând din sânge glucoza în exces şi depozitând-o sub formă de glicogen. Are rol în *metabolismul lipidic* prin formarea de lipoproteine, precum şi în depozitarea lipidelor, a vitaminelor A şi B. El secretă săruri biliare, fibrinogen, albumine, colesterol, excretă pigmenţi biliari obţinuţi din hemoglobina eritrocitelor distruse şi produce ureea. Este organul cu rol în *detoxifierea* multor substanţe toxice din sânge şi asigură *fagocitarea* antigenelor cu ajutorul celulelor Kupffer. La făt are funcţie *hematopoetică*, ce poate fi reactivată şi la adult în anumite stări patologice.

Vezica biliară are peretele format din mucoasă, tunica fibromusculară şi seroasă.

Mucoasa este foarte cutată când vezica este goală. Cutele formate de mucoasă au o amplitudine şi densitate foarte mare, astfel încât pe secţiune acestea se aseamănă cu glande tubulare. Aceste cute poartă denumirea de falsele glande Luschka. Mucoasa este formată dintr-un epiteliu simplu prismatic aşezat pe o membrană bazală fină şi un corion lax, bine vascularizat. Celulele sunt înalte, cu nucleu oval dispus în treimea bazală, iar la polul apical au fost evidenţiaţi prin microscopie electronică, microvili fini. Organul nu prezintă submucoasă.

Tunica fibromusculară este formată din celule musculare netede cu dispoziţie plexiformă între care se găseşte ţesut conjunctiv, format în principal din fibre de colagen.

Seroasa peritoneală acoperă vezica biliară la exterior, cu excepţia zonei unde colecistul aderă de ficat.

Pancreasul

Pancreasul este un organ parenchimatos format din: capsulă, trabeculi, stromă şi parenchim. Capsula este subţire şi laxă. Din ea se desprind trabeculi fini ce pătrund în glandă şi o compartimentează în lobi şi lobuli. Ţesutul conjunctiv interlobular include canalele interlobulare, vasele sanguine şi fibrele nervoase. Stroma, dispusă intralobular, este redusă cantitativ şi formată din ţesut conjunctiv lax, care conţine în principal fibre de reticulină, puţine fibre subţiri de colagen şi câteva fibrocite. Ea asigură suport pentru acini, vase de sânge, limfatice, nervi şi canale excretoare. Pancreasul este o glandă mixtă, formată dintr-o componentă exocrină şi una endocrină.

Pancreasul exocrin este o glandă acinară compusă, lobulată. Acinii sunt formaţi din 5-8 celule piramidale aranjate în jurul unui lumen central mic. Ca aspect se aseamănă cu cei ai glandelor parotide (acini seroşi). Celulele acinare reprezintă 85% din masa pancreasului. Acinii nu prezintă celule mioepiteliale ca la glandele salivare.

Celulele acinare sunt solidarizate între ele prin joncţiuni strânse şi ancorate la membrana bazală prin hemidesmozomi. Prin polul lor apical delimitează lumenul acinului. La polul apical, celulele acinare prezintă microvili scurţi, vizibili doar în microscopia electronică. Aici sunt eliberate granulele de zimogen, prin exocitoză. Nucleul, dispus bazal, este sferic, eucromatic şi conţine 1-2 nucleoli mari. Citoplasma este bazofilă în zona subnucleară, datorită reticulului endoplasmic granular bine dezvoltat existent

la acest nivel. Citoplasma apicală conţine granule de zimogen, mari, motiv pentru care apare acidofilă, iar aparatul Golgi este dispus supranuclear.

Sistemul de canale cuprinde: celulele centroacinare, canalele intercalare, canalele intralobulare, canalele interlobulare şi canalele colectoare. Celulele centroacinare reprezintă prima porţiune a sistemului de canale. Sunt celule mici, turtite, localizate în zona centrală a acinilor, unde delimitează lumenul împreună cu celulele acinare. Aceste celule sunt considerate elemente de rezervă atât pentru celulele acinare, cât şi pentru cele ale canalelor. Produsul de secreţie acumulat în lumenul acinilor, se drenează în canalele intercalare care se interpun între acini şi canalele excretoare propriu-zise. Ele au diametrul redus şi peretele format iniţial din celule aplatizate, care cresc progresiv în înălţime, ajungând cubice în ultima porţiune. Prin unirea canalelor intercalare se formează canalele intralobulare. Ele au peretele format dintr-un singur rând de celule cubice sau prismatice. Când părăsesc lobulul sunt înconjurate de ţesut conjunctiv şi devin interlobulare. Canalele interlobulare au lumen larg şi sunt tapetate de epiteliu simplu prismatic. Ele sunt înconjurate de ţesut conjunctiv bine reprezentat. Canalele colectoare (Wirsung şi Santorini) au diametrul mai mare şi se deschid la nivelul duodenului. Ele sunt tapetate de epiteliu simplu prismatic, iar în porţiunea terminală se pot interpune din loc în loc celule caliciforme. Epiteliu este dublat de un perete conjunctivo-vascular bine reprezentat.

Pancreasul endocrin, răspândit în componenta exocrină a pancreasului, reprezintă la adult aproximativ 1-2% din volumul pancreasului. Componenta endocrină este formată din: insulele Langerhans, grupuri mici de celule endocrine şi celule endocrine izolate.

Insulele Langerhans apar ca formaţiuni aproximativ sferice (cu diametrul cuprins între 75 şi 225 μm), mai numeroase în coada şi corpul

pancreasului. Ele conţin un număr variabil de celule (până la câteva sute), printre care se găsesc numeroase capilare fenestrate. Insulele sunt delimitate incomplet de ţesutul exocrin din jur, prin fibre de reticulină.

Celulele endocrine au formă poligonală, nuclei sferici dispuşi central, organite celulare comune (mitocondrii, aparat Golgi, reticul endoplasmic rugos), precum şi numeroase granule de secreţie ale căror dimensiuni şi aspect sunt caracteristice fiecărui tip celular. Ele sunt dispuse în cordoane scurte, neregulate, fiecare celulă fiind în contact cu un capilar. Au fost evidenţiate patru tipuri celulare principale, denumite: A, B, D şi PP.

Celulele A (alfa), reprezintă 15-20% din totalul celulelor insulare, fiind localizate de cele mai multe ori la periferie. Ele sintetizează glucagon (hormon hiperglicemiant).

Celulele B (beta) reprezintă 60-70% din populaţia celulară a insulelor, fiind dispuse de obicei central în cadrul acestora. Ele secretă *insulina* (hormon hipoglicemiant).

Celulele D (delta) reprezintă 5-10% din totalul celulelor endocrine insulare, fiind localizate la periferia lor. Ele secretă *somatostatină,* un polipeptid care reglează eliberarea hormonului somatotrop din hipofiza anterioară.

Celulele PP reprezintă 1-2% din celulele insulare şi secretă polipeptidul pancreatic.

Componenta endocrină extrainsulară este reprezentată de grupuri mici de celule sau celule izolate dispuse printre acini şi canale, sau chiar în pereţii acestora.

SISTEMUL RESPIRATOR

Sistemul respirator participă la realizarea schimburilor gazoase (de oxigen şi dioxid de carbon), între organism şi mediul extern. În alcătuirea lui intră: căile de conducere extrapulmonare şi pulmonii.

Căile de conducere extrapulmonare includ următoarele organe cavitare: *cavităţile nazale*, *rinofaringele*, *laringele*, *traheea* şi *bronhiile*. Pe lângă funcţia de transport a aerului, ele au şi rolul de a reţine particulele din aerul inspirat, umezirea şi încălzirea acestuia, în funcţie de temperatura mediului ambiant.

Cavităţile nazale

Cavităţile nazale prezintă trei zone: vestibulul, aria respiratorie şi aria olfactivă. Mucoasa care căptuşeşte cavităţile nazale prezintă caractere morfologice diferite, în funcţie de zonă.

Vestibulul prezintă un epiteliu stratificat pavimentos cheratinizat, în porţiunea iniţială, care devine necheratinizat în porţiunea lui profundă. Firele de păr, glandele sebacee, sudoripare şi mucoase de la acest nivel constituie prima barieră de apărare împotriva particulelor din aerul inspirat.

Porţiunea respiratorie a cavităţilor nazale este tapetată cu epiteliu pseudostratificat prismatic ciliat şi conţine celule caliciforme. Epiteliul este aşezat pe o membrană bazală, dispusă pe un corion care se continuă cu periostul. Corionul este format din ţesut conjunctiv bogat în fibre elastice. Celulele corionului sunt reprezentate de: fibrocite, rare fibroblaste, limfocite, plasmocite, puţine mastocite şi eozinofile. Există de asemenea glande seromucoase a căror canale excretorii se deschid la suprafaţa mucoasei. Corionul mucoasei nazale este bine vascularizat, iar peste cornete există plexuri vasculare superficiale întinse.

Secreţiile mucoase şi seroase ale glandelor din corion menţin suprafaţa mucoasei umedă şi umezesc aerul inspirat. Sângele din sinusurile venoase încălzeşte sau răceşte aerul inspirat (când este cazul). Sângele din cele mai multe vase superficiale se deplasează înspre partea anterioară a cavităţii nazale, adică în direcţie opusă aerului inspirat, constituind astfel un sistem contra curent. Cornetele, prin forma lor, creează o turbulenţă a curentului de aer, asigurând un contact intim al aerului inspirat cu mucoasa, favorizând reţinerea impurităţilor. Cilii deplasează mucusul de la suprafaţa mucoasei către rinofaringe, de unde acesta este înghiţit sau expectorat.

Rinofaringele

Rinofaringele este porţiunea faringelui situată în spatele orificiilor posterioare ale cavităţii nazale, între baza craniului şi palatul moale. Epiteliul care căptuşeşte rinofaringele este de tip respirator pe 40% din suprafaţă şi stratificat pavimentos la nivelul marginii posterioare a palatului moale şi peretelui posterior al faringelui. Mucoasa rinofaringelui conţine infiltraţii limfoide abundente şi numeroşi foliculi limfoizi, care formează amigdala faringiană. În corion există numeroase glande seromucoase.

Epiglota

Epiglota prezintă un ax central, format din cartilaj elastic şi ţesut conjunctiv dens neorientat în care există numeroase glande seromucoase sau mucoase. Fața faringiană a epiglotei cât și treimea apicală a feței laringiene este acoperită de epiteliu stratificat pavimentos. Treimea mijlocie și cea bazală a feței laringiene este acoperită de epiteliu de tip respirator. Epiteliul epiglotei (cel stratificat) poate conține muguri gustativi.

Laringele

Laringele are funcţia de a conduce aerul între faringe şi trahee. El este format din mucoasă, strat cartilaginos şi adventiţie.

Mucoasa este alcătuită din epiteliu şi corion. Epiteliul este de tip respirator cu excepţia marginilor superioare ale membranei quadrate şi corzilor vocale, care sunt acoperite de epiteliu stratificat pavimentos necheratinizat.

Corionul este gros şi conţine numeroase fibre elastice. În structura corionului există numeroase mastocite. În grosimea lui se află glande, în marea lor majoritate mucoase. Cilii epiteliului laringeal deplasează secreţiile de la suprafaţa mucoasei înspre faringe. Peste corzile vocale, corionul este dens şi leagă strâns epiteliul stratificat pavimentos la ţesutul conjunctiv subiacent al ligamentelor vocale.

Stratul cartilaginos este format din piese cartilaginoase articulate între ele prin ţesut conjunctiv dens. Cartilajele de dimensiuni mari sunt hialine, iar cele mici elastice.

Muşchii laringelui (extrinseci şi intrinseci) sunt formaţi din celule musculare striate de tip scheletal.

Adventiţia este formată din ţesut conjunctiv lax, cu numeroase vase sanguine şi fibre nervoase.

Traheea

Traheea este un organ tubular cu peretele relativ subţire (în comparație cu lumenul), capabil să se alungească şi să se scurteze odată cu mişcările respiratorii şi posturale. Peretele traheei este alcătuit din patru straturi: mucoasa, submucoasa, stratul fibrocartilaginos şi adventiţia.

Mucoasa este formată din epiteliu şi corion. Epiteliul este pseudostratificat prismatic ciliat. În epiteliul traheal există cinci tipuri de celule: celule prismatice ciliate, celule caliciforme, celule cu margine în perie, celule bazale şi celule neuroendocrine.

Celulele prismatice ciliate (cele mai numeroase), sunt celule înalte, sărace în organite, cu excepţia mitocondriilor care sunt numeroase (asigură energia necesară mişcării cililor). Fiecare celulă prezintă la polul apical aproximativ 200 de cili.

Celulele caliciforme sunt asemănătoare cu cele întâlnite în epiteliul intestinal, fiind dispuse din loc în loc printre celelalte tipuri celulare. Ele conţin în citoplasmă numeroase granule de mucus.

Celulele cu margine în perie sunt dispuse sub formă de grupuri printre celulele ciliate. Ca aspect se aseamănă cu enterocitele, prezentând la polul apical microvili lungi şi drepţi. Se crede că îndeplinesc rol de chemoreceptori.

Celulele bazale sunt mai scunde, nu ajung până la suprafaţa epiteliului şi reprezintă rezerva de celule stem a epiteliului traheal. Ele se pot diferenţia în celule ciliate şi celule mucoase, pentru a le înlocui pe cele uzate, sau moarte.

Celulele neuroendocrine sunt de dimensiuni mici şi conţin în citoplasmă granule cu hormoni polipeptidici sau catecolamine.

Corionul este bogat în fibre elastice dispuse longitudinal. Imediat sub membrana bazală ele alcătuiesc un cilindru complet. Densitatea lor este mai mare în profunzimea corionului unde formează o membrană elastică. În corion sunt prezente infiltraţii limfocitare difuze şi foliculi limfoizi (ţesutul limfoid asociat mucoasei). De asemenea există glande seroase şi mucoase, situate imediat sub membrana bazală, în regiunile anterioară şi posterioară a

traheei. Canale excretoare largi transportă produsul de secreţie al acestor glande până în lumenul traheei.

Submucoasa este un ţesut conjunctiv cu structură laxă, care conţine numeroase vase sanguine şi limfatice, precum şi glande seromucoase.

Stratul fibrocartilaginos este format din ţesut cartilaginos hialin şi ţesut conjunctiv fibroelastic. Cartilajele traheale au formă de inel incomplet. Între inelele adiacente există spaţii relativ înguste pline cu ţesut fibroelastic, care se ataşează la pericondrul inelelor cartilaginoase, solidarizându-le între ele. Inelele cartilaginoase sunt tapetate pe cele două feţe de membranele fibroelastică internă şi externă. Între extremităţile inelelor cartilaginoase se interpun lamele de ţesut fibroelastic, cu fascicule de celule musculare netede.

Adventiţia este dispusă la exterior, fiind alcătuită din ţesut conjunctiv lax. Ea conţine vase de sânge, nervi, numeroase adipocite şi pe alocuri infiltraţii limfoide.

Bronhiile mari

Bronhiile mari numite şi bronhii principale, sunt dispuse în continuarea traheei şi provin din bifurcarea acesteia. Au structură asemănătoare cu traheea, dar lumenul lor este mai mic, iar inelele cartilaginoase complete.

Pulmonii

Pulmonul este format din căile aerifere intrapulmonare (arborele bronşic) şi parenchimul pulmonar.

Căile aerifere intrapulmonare le continuă pe cele extrapulmonare. Prin ramificarea brohiilor primare se formează bronhiile secundare sau lobare, iar din acestea bronhiole. Fiecare bronhiolă intră într-un lobul

pulmonar unde, prin ramificare, dă naştere bronhiolelor terminale. În condiţii normale, căile aerifere se ramifică dichotomic, de aproximativ 20 de ori, de la bronhiile primare până la bronhiolele respiratorii.

Bronhiile au peretele format din mucoasă, musculară, submucoasă, cartilaj şi adventiţie. Pe măsură ce bronhiile se ramifică, structura se simplifică gradat. *Mucoasa* este formată din epiteliu şi corion. Epiteliul este de tip respirator la bronhiile mari, devine simplu prismatic neciliat şi apoi simplu cubic, la ramurile mici. Tranziţia de la un tip de epiteliu la altul se face gradat. Corionul este format din ţesut conjunctiv foarte bogat în fibre elastice. *Musculara* este formată din celule musculare netede dispuse spiralat. *Submucoasa* este formată din ţesut conjunctiv lax, în care sunt prezente glande seromucoase şi infiltraţii limfoide. Odată cu reducerea diametrului bronhiilor, atât glandele cât şi infiltraţiile limfoide se reduc numeric. *Cartilajul* bronhiilor este de tip hialin şi diminuă progresiv, pe măsură ce calibrul bronhiilor se reduce, în bronhiile lobare formând plăci cartilaginoase, apoi insule (noduli) dispuse neregulat. *Adventiţia* este alcătuită din ţesut conjunctiv dens, ce se continuă cu cel al structurilor vasculare adiacente şi conţine înfiltraţii limfoide, dispuse la locul de ramificare al bronhiilor.

Bronhiolele au diametrul de aproximativ 1 mm şi sunt dispuse intralobular. La nivelul lor nu există glande, cartilaj sau foliculi limfoizi. În porţiunea iniţială, epiteliul este simplu prismatic ciliat, cu celule caliciforme foarte puţine sau absente, apoi devine simplu cubic neciliat. Musculara este formată dintr-un strat discontinuu de celule musculare netede care se întrepătrund cu fibre elastice. Proporţional, este un strat mai dezvoltat decât în bronhii. La bronhiolele terminale, fibrele elastice şi celulele musculare netede se reduc semnificativ, iar adventiţia dispare.

Parenchimul pulmonar este alcătuit din totalitatea acinilor pulmonari. Acinul pulmonar este unitatea morfofuncţională a plămânului, unde au loc schimburile de gaze respiratorii. El cuprinde ţesutul pulmonar corespunzător unei singure bronhiole terminale şi este alcătuit din bronhiolele respiratorii, canalele şi sacii alveolari dispuşi în continuarea ei, precum şi alveolele pulmonare din pereţii acestora.

Bronhiolele respiratorii sunt formaţiuni tubulare scurte (1-4 mm) şi ramificate, cu un diametru de 0,5 mm. Epiteliul care le căptuşeşte este simplu cubic ciliat în cazul bronhiolelor respiratorii mai mari, simplu cubic neciliat în cele mici şi simplu pavimentos la nivelul deschiderii alveolelor. Restul peretelui este format din celule musculare netede şi fibre elastice, întrepătrunse. Peretele lor prezintă, din loc în loc, dilataţii saculare (alveole), la nivelul cărora schimbul de gaze este posibil. Aceste alveole cresc ca număr şi devin mai apropiate spre capătul bronhiolelor respiratorii. Bronhiolele respiratorii se continuă cu canalele alveolare.

Canalele alveolare sunt formaţiuni tubulare scurte, formate prin ramificarea bronhiolelor respiratorii. Sunt tapetate de epiteliu simplu pavimentos, adesea greu de observat în microscopia optică. Canalele alveolare se continuă cu sacii alveolari, formaţi din mai multe alveole ce se deschid într-o cameră centrală ceva mai largă. De jur împrejurul deschiderii sacilor alveolari şi alveolelor se află o reţea de fibre elastice şi de reticulină. Fibrele elastice permit expansiunea alveolelor în inspiraţie şi revenirea lor în expiraţie, în timp ce fibrele de reticulină preîntâmpină distensia excesivă şi ruperea ţesuturilor.

Alveolele pulmonare sunt invaginări saculare ale bronhiolei respiratorii, canalelor alveolare şi sacilor alveolari. Ele reprezintă porţiunea terminală a tractului respirator şi au structură adaptată pentru schimburile de

gaze. Alveolele adiacente sunt separate printr-un sept interalveolar, format din ţesut conjunctiv care conţine fibre elastice, fibre de reticulină şi o bogată reţea capilară. Septul interalveolar este flancat pe ambele feţe de un înveliş epitelial foarte subţire, acoperit de o peliculă fină de fluid. Multe septe interalveolare prezintă unul sau mai mulţi pori cu diametrul de 7-10 µm care se numesc pori alveolari şi asigură comunicarea între alveolele adiacente. Alveolele pulmonare conţin următoarele tipuri de celule: pneumocite de tip I, pneumocite de tip II, macrofage alveolare.

Pneumocitele de tip I acoperă aproximativ 90% din peretele sacilor alveolari şi al alveolelor. Ele sunt celule turtite, care se solidarizează între ele prin joncţiuni ocludente. Nucleii lor sunt turtiţi şi veziculoşi, iar citoplasma foarte subţire. Celulele emit numeroase expansiuni şi formează un strat complet, care căptuşeşte întreg spaţiul alveolar, facilitând schimburile gazoase dintre aer şi sânge.

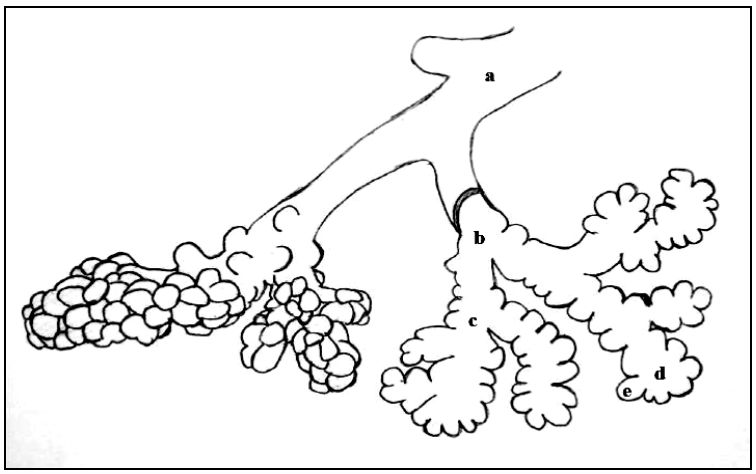

Fig. 5. Pulmon: (a) bronhiole terminale, (b) bronhiole respiratorii, (c) ducte alveolare, (d) sac alveolar, (e) alveole.

Pneumocitele de tip II ocupă doar 5-10% din suprafaţa alveolelor pulmonare. Ele sunt situate în colţurile sau unghiurile pereţilor alveolari, au formă cubică şi stabilesc joncţiuni ocludente cu pneumocitele de tip I. Pneumocitele de tip II sunt responsabile de secreţia surfactantului alveolar şi reprezintă sursa principală de celule necesare pentru refacerea epiteliului alveolar.

Macrofagele alveolare derivă din monocite, care ajung în interstiţiul septelor alveolare din capilarele sanguine. Ele pot trece prin peretele alveolar, în spaţiul alveolar pentru a fagocita antigenele de la acest nivel, apoi prin căile aerifere până în faringe, de unde sunt eliminate prin expectoraţie sau înghiţire.

Bariera alveolocapilară include componentele pe care gazele trebuie să le traverseze (în ambele sensuri). Aceste structuri sunt următoarele:

- surfactantul alveolar;
- celulele alveolare tip I;
- membrana bazală alveolară;
- ţesutul conjunctiv al septului interalveolar;
- membrana bazală a endoteliului capilar;
- celulele endoteliale;
- membrana eritrocitului.

Vascularizaţia plămânilor este dublă, nutritivă şi funcţională. Circulaţia nutritivă este asigurată de arterele şi venele bronhice, mult mai mici decât cele pulmonare. Circulaţia funcţională este asigurată de arterele şi venele pulmonare. Arterele pulmonare mari sunt de tip elastic, dar lamelele sunt mai puţin ordonate decât în cazul aortei. La nivelul segmentului respirator, ramurile arteriale formează cea mai dezvoltată retea capilară din organism.

Venele pulmonare au doar limitantă elastică externă şi adventiţie cu fibre groase de colagen.

Vasele limfatice sunt numeroase în septurile interlobulare şi drenează în limfonodulii hilului pulmonar. În porţiunea terminală a arborelui bronhic (după canalele alveolare) nu există vase limfatice.

Inervaţia plămânilor este asigurată atât de fibre parasimpatice, cu efect bronhoconstrictor, cât şi de fibre simpatice care asigură relaxarea musculaturii bronşice. Atât fibrele simpatice cât şi cele parasimpatice însoţesc vasele pulmonare. În plus, în pereţii bronhiilor se pot afla mici grupuri de celule nervoase (ganglioni parasimpatici).

SISTEMUL URINAR

Sistemul urinar este format din: rinichi (la nivelul cărora se găseşte sistemul de filtrare al sângelui) şi căile urinare (care conduc urina de la locul de formare până la exterior).

Rinichiul

Rinichiul este învelit de o capsulă subţire, formată din ţesut conjunctiv dens neorientat. Ea se detaşează uşor de parenchimul subiacent deoarece de pe fața internă a capsulei nu se detașează trabeculi conjunctivi care să patrundă în parenchim (capsula nu este ancorată). Parenchimul renal este alcătuit din două substanţe diferite şi anume: medulara şi corticala. Rinichiul, la majoritatea mamiferelor, este format din mai multi lobi care au fuzionat complet (după formarea lor în perioada embrionară), excepție rumegătoarele mari, la care lobii sunt uniți doar prin corticală. La alte mamifere (balenă, focă, urs polar și vidră) precum și la păsări lobii renali sunt complet separați.

Medulara renală este formată din piramidele Malpighi și piramidele Ferrein. Piramida lui Malphighi este dispusă cu baza înspre corticală și vârful înspre bazinet. Pe piramida lui Malphighi se află dispuse piramidele Ferrein. Acestea sunt dispuse cu baza pe piramida lui Malpighi și cu vârful pătrund adânc în corticală, fără să ajungă până la capsulă. Piramida Ferrein împreună cu corticala adiacentă formează un lobul renal (lobulul conţine toţi nefronii care drenează urina în tubii colectori din piramida Ferrein). Toți lobulii de pe o piramidă Malpighi formează un lob renal. Vârful piramidei lui Mapighi poartă numele de papilă și este perforat de 10-25 orificii papilare, care se deschid în *calicele mici* (în număr de 8-12). Prin unirea calicelor mici rezultă 2-3 cămăruţe mai mari, numite *calicele mari*,

care se continuă înspre hilul rinichiului cu *bazinetul*. Rinichiul prezintă o singură piramidă Malpighi la șobolan, șoarece și iepure, iar la alte specii există mai multe piramide Malpighi care se dispun foarte apropiat, vârfurile lor fiind alipite, formând o creastă papilară (ecvine, ovine, caprine, canide și felide). La aceste specii rinichiul este considerat a fi unilobar unipapilar. La alte specii precum omul și porcul, piramidele Maplighi nu sunt alipite, astfel încât sunt prezente mai multe papile (rinichi unilobar multipapilar)

Corticala renală înconjoară la periferie substanţa medulară şi este compusă dintr-o zonă îngustă, situată imediat sub capsula rinichiului, numită *corticala propriu-zisă* (cortex corticis) şi porţiunile de corticală ce ocupă spaţiul dintre piramidele Ferrein (*zonele labirintice*). De asemenea, prelungiri ale substanţei corticale pătrund în medulară printre piramidele Malpighi adiacente sub forma unor expansiuni numite *coloanele lui Bertin*.

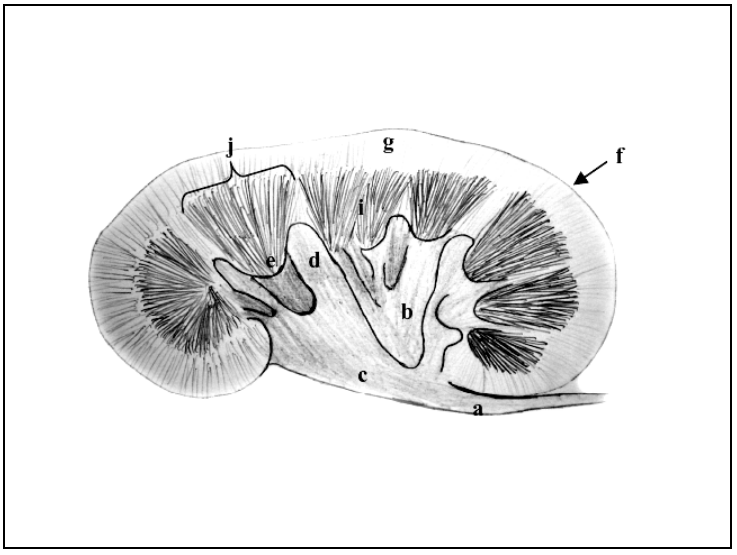

Fig. 6. Rinichi: (a) ureter, (b) calicele mari, (c) bazinet, (d) calicele mici, (e) papilă renală, (f) capsulă, (g) corticală, (i) medulară, (j) lob renal.

Nefronul este unitatea morfofuncţională a rinichiului. Într-un rinichi există aproximativ 100.000 de nefroni. Nefronul este o formaţiune tubulară, care începe printr-un capăt orb (fund de sac) şi se termină prin unirea cu un tub colector. Prima parte a nefronului poartă numele de corpuscul renal.

Corpusculul renal este o formaţiune sferică şi reprezintă aparatul de filtrare a sângelui. Corpusculii renali se află în corticala labirintică. Corpusculul prezintă un *pol vascular* şi un *pol urinar*. Prin polul vascular intră arteriola aferentă şi iese arteriola eferentă, iar la polul urinar, spaţiul urinar se continuă cu lumenul tubului contort proximal. Mărimea corpusculilor renali variază între 150-250 µm, cei din zonele cele mai profunde sunt mai mari comparativ cu cei amplasaţi mai superficial. Corpusculul renal este format din *glomerulul renal* şi *capsula Bowman*.

Capsula Bowman are forma unei cupe cu pereţi dubli, numiţi foiţa parietală şi foiţa viscerală. Între cei doi pereţi există un spaţiu îngust, *spaţiul urinar*, unde se acumulează filtratul glomerular sau urina primară.

Foiţa parietală a capsulei Bowman este formată dintr-un epiteliu simplu pavimentos, dispus pe o membrană bazală. Celulele acestui epiteliu au organite slab dezvoltate. La polul urinar, epiteliul simplu pavimentos al foiţei parietale, se continuă cu epiteliul prismatic scund al tubului proximal.

Foiţa viscerală tapetează intim glomerulul, astfel încât membrana sa bazală este în contact direct cu membrana bazală a capilarelor glomerulare. Ea este formată din celule ale căror nuclei sunt orientaţi spre spaţiul capsular. Aceste celule poartă numele de podocite (celule cu picioruşe). Podocitele sunt celule mari (20-30 µm), de formă neregulată, cu nuclei eucromatici. Cel mai adesea sunt aşezate la 1-2 µm distanţă de membrana bazală a capilarelor glomerulare, corpul lor venind rar în contact strâns cu aceasta. De la corpul celulelor pornesc prelungiri primare orientate pe axul longitudinal al

capilarelor şi ataşate strâns de suprafaţa acestora, stabilind contacte cu membrana bazală. Prelungirile primare se ramifică în plan lateral, rezultând o multitudine de expansiuni fine, numite prelungiri secundare sau pedicele. Pedicelele, localizate pe prelungirile majore ale podocitelor vecine şi orientate pe axul transversal al capilarelor se interdigitează unele cu altele, într-o manieră foarte ordonată, astfel încât se realizează o învelire completă a glomerulului. Astfel, un podocit, prin prelungirile sale primare, emite pedicele pentru mai multe capilare, iar un capilar este învelit de pedicelele provenite de la mai multe podocite. Între pedicelele podocitelor se delimitează spaţii de 25 nm, numite spaţii de filtrare. Între podocite şi membrana bazală capilară se creează un *spaţiu subpodocitar*. Sub pedicele se află membrana bazală capilară, cu o grosime de 0,3 μm.

Glomerulul este format dintr-un ghem de capilare fenestrate, dispus între arteriola aferentă şi cea eferentă (ansele capilare formează o reţea arteriolo-arteriolară). Arteriola aferentă are calibrul mai mare decât arteriola eferentă şi de aceea presiunea sanguină de la nivelul glomerulului este crescută, contribuind la procesul de filtrare glomerulară. După intrarea în corpusculul renal, arteriola aferentă dă naştere la 2-5 metaarteriole. Fiecare metaarteriolă se continuă cu 4-6 capilare, care spre polul opus se recurbează şi formează anse. Capilarele anselor revin către polul vascular, se reunesc într-un vas unic numit arteriolă eferentă, care părăseşte corpusculul renal prin acelaşi pol prin care a pătruns arteriola aferentă. În cadrul fiecărei anse capilare se realizează numeroase anastomoze, în timp ce între anse diferite acestea sunt rare. În fiecare glomerul există 4-8 anse cu dispoziţie asemănătoare feliilor de portocală. Această dispoziţie a capilarelor glomerulare sub formă de anse face ca în anumite situaţii patologice, leziunile să nu cuprindă dintr-o dată întreg glomerulul, ci o ansă sau un

număr mic de anse (leziune "în focar"). Endoteliul capilarelor glomerulare este aplatizat şi conţine numeroşi pori sau fenestre, cu diametrul de aproximativ 70-90 nm. Aceşti pori nu sunt închişi de diafragme. Celulele endoteliale sunt aşezate pe o membrană bazală.

Între capilarele glomerulare se află mezangiul (cu semnificaţia unei strome glomerulare), alcătuit din celule mezangiale şi matrice mezangială. Celulele mezangiale au formă stelată şi nucleu hipercrom. Citoplasma lor conţine reticul endoplasmic rugos şi aparat Golgi bine dezvoltate, lizozomi şi microfilamente de actină şi miozină. Matricea mezangială conţine colagen şi glicozaminoglicani. Celulele mezangiale îndeplinesc: rol de suport pentru capilare, funcţie secretorie pentru componentele matricei, rol contractil, având capacitatea da a modifica fluxul sanguin din capilare, ca urmare a unor stimuli.

Bariera de filtrare cuprinde totalitatea structurilor care separă sângele din capilarele glomerulare de filtratul din spaţiul urinar al corpusculului renal (componentele pe care filtratul trebuie să le străbată). Bariera conţine: ***endoteliul capilar*** (fenestrat), ***membrana bazală*** (comună - endotelială şi epitelială) şi ***epiteliul visceral*** al capsulei Bowman. Dintre cele trei componente, singurul strat continuu este membrana bazală, reprezentând filtrul principal, ce nu permite trecerea moleculelor mari. Apa şi particulele mai mici, trec până în spaţiul capsular. Mărimea *porilor funcţionali* ai barierei de filtrare este comparabilă cu mărimea albuminelor plasmatice, astfel că moleculele mai mici decât albuminele reuşesc să treacă prin barieră iar cele mai mari nu reuşesc. Porii împiedică trecerea celulelor sanguine spre spaţiul subpodocitar. Ultrafiltrarea prin barieră, este dependentă de presiunea hidrostatică a sângelui în capilarele glomerulare şi de încărcătura electrică a moleculelor.

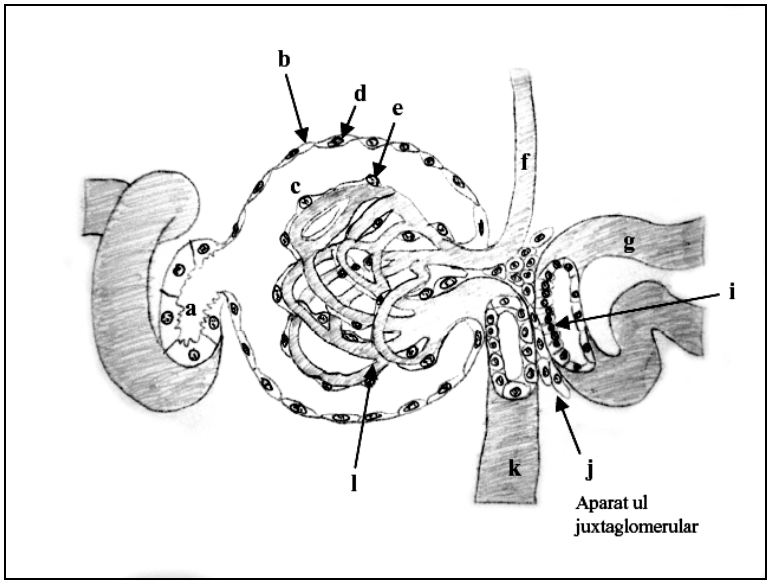

Fig. 7. Glomerulul renal: (a) tub contort proximal, (b) capsulă Bowman, (c) spaţiul Bowman, (d) celule parietale, (e) podocite, (f) arteriolă eferentă, (g) tub contort distal, (i) macula densa, (j) celule juxtaglomerulare, (k) arteriolă aferentă, (l) glomerul.

Tubul nefronului este dispus în continuarea corpusculului renal. El este format din următoarele componente: tubul proximal, ansa lui Henle şi tubul distal.

Tubul proximal începe la polul urinar al corpusculului renal şi reprezintă partea cea mai lungă şi mai largă a nefronului (60 μm diametru). Prezintă două porțiuni: una cu traiect încolăcit (*tub contort proximal*), dispusă în corticală şi una cu traiect drept (*tub drept proximal*), dispusă în piramida Ferrein. Porțiunea contortă a tubului proximal este mai lungă decât cea dreaptă. Ambele porţiuni au aceeaşi structură histologică.

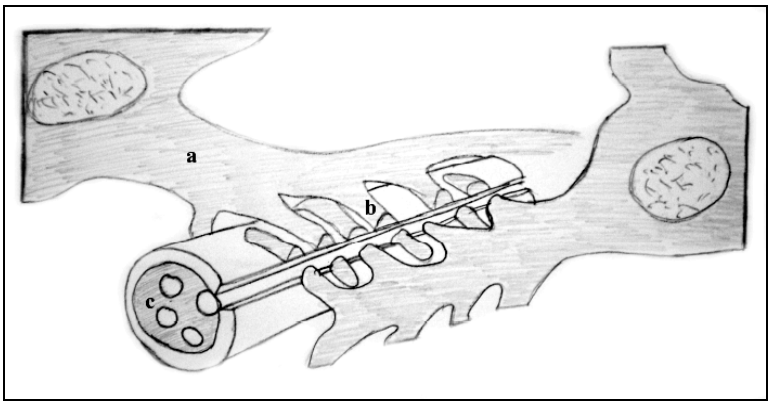

Fig. 8. Prelungirile podocitelor la nivelul capilarelor glomerulare: (a) procesul primar al podocitelor, (b) prelungiri digitiforme ale proceselor primare ale podocitelor, (c) capilar glomerular.

Peretele tubului proximal este alcătuit dintr-un strat de celule, numite *nefrocite*, dispuse pe o membrană bazală şi solidarizate între ele prin complexe joncţionale. Nucleul lor, aşezat central, este mare, sferic şi cu nucleol evident. Ele au citoplasmă acidofilă şi prezintă la polul apical numeroşi microvili, care formează marginea în perie. În zona bazală citoplasma apare striată, datorită dispoziţiei ordonate a mitocondriilor alungite, situate printre pliurile bazale. Aparatul Golgi este dezvoltat şi dispus în poziţie supranucleară. Celulele porţiunii drepte a tubului proximal sunt similare cu cele ale porţiunii contorte, dar ceva mai scunde, cu mitocondrii mai mici, lizozomi mai puţini, aparat Golgi mai redus. Marginea în perie este bine dezvoltată. La nivelul tubului proximal au loc procese de reabsorbţie (de apă, glucoză, fosfaţi, aminoacizi, vitamină C), de secreţie şi sinteză tubulară. Tubul drept proximal se continuă cu porţiunea descendentă a ansei Henle.

Ansa lui Henle se află dispusă în piramida lui Ferrein şi este formată dintr-o porţiune descendentă, o porţiune curbă şi o porţiune ascendentă. Lumenul ansei Henle are un diametru de 15-20 µm. Peretele este tapetat de

epiteliu simplu pavimentos, celulele având 0,5-2 μm înălţime şi nuclei lenticulari, care proemină uşor în lumen. Trecerea de la porţiunea dreaptă a tubului proximal la segmentul subţire al ansei Henle se face destul de brusc, observându-se doar câteva celule intermediare ca înălţime între celulele prismatice sau cubice şi cele turtite ale ansei. Deşi epiteliul ansei este ceva mai gros ca endoteliul vascular, segmentul subţire se aseamănă pe secţiune cu vasele de sânge, de care trebuie diferenţiat. Celulele segmentului subţire prezintă câţiva microvili apicali. Porţiunea ascendentă a ansei se continuă cu porţiunea dreaptă a tubului distal.

Tubul distal este dispus în continuarea segmentului ascendent al ansei Henle. Segmentul aflat în piramida Ferrein (în continuarea ansei Henle) se numeşte porţiunea dreaptă a tubului distal. După un traiect ascendent, tubul pătrunde în corticală unde se continuă cu o *porţiune contortă,* ce are un traseu scurt. El se termină lângă o rază medulară (piramidă Ferrein), unde se deschide la nivelul unui tub colector. Tubul contort distal este mai scurt decât tubul contort proximal şi din această cauză pe secţiunile histologice se observă mult mai puţini tubi distali, decât proximali. Tubii distali au diametrul mai mic (30 μm) şi în general celulele lor se colorează mai slab decât cele ale tubului contort proximal. Celulele epiteliale de la acest nivel sunt cuboidale, au nucleul situat central, citoplasma eozinofilă, iar microvilii scurţi nu formează margine în perie.

Aparatul juxtaglomerular este o structură particulară care intervine în reglarea circulaţiei sanguine în glomerul. El cuprinde: lacisul, macula densa şi celulele juxtaglomerulare.

Lacisul este format dintr-un grup de celule cu citoplasma translucidă, localizate în triunghiul format de arteriola aferentă, polul vascular al glomerulului şi arteriola eferentă, baza triunghiului fiind dată de macula

densa. Celulele lacisului sunt puţine, mici, rotunde, asemănătoare cu celulele mezangiului, cu care se continuă.

Macula densa este o regiune specializată din peretele tubului contort distal, care vine în contact direct cu arteriola aferentă a corpusculului. Pe această porţiune, celulele tubului distal devin înalte, prismatice, cu nuclei elipsoidali dispuşi apical, iar organitele celulare grupate în regiunea subnucleară (se schimbă polaritatea celulară). Membrana bazală a tubului distal dispare, permiţând contactul direct cu arteriola aferentă. Contactul cu celulele perniţei polare şi cele juxtaglomerulare se realizează prin expansiuni citoplasmatice bazale groase.

Celule juxtaglomerulare sunt celule musculare netede cu caracter epiteloid, aflate în media arteriolei aferente. În arteriola aferentă limitantele elastice sunt absente (sau discontinue), astfel încât celulele juxtaglomerulare se aşează adiacent glomerulului. Aceste celule sunt de tip granular (conţin granule de renină de 10-40 nm, sferice, electronodense) sau agranular, iar organitele implicate în sinteza proteinelor, sunt bine dezvoltate. Celulele juxtaglomerulare secretă *renina.*

Tubii colectori au rolul de a conduce urina formată la nivelul nefronului înspre căile urinare extrarenale (bazinet). Fiecare tub contort distal se conectează la un tub colector printr-un segment intermediar scurt, localizat la nivelul razei medulare. Tubul colector trece de-a lungul piramidei Ferrein şi coboară în piramida lui Malpighi. La baza piramidei lui Malpighi tubii sunt numeroși și mici în diametru, cu perete format din celule cubice. Tubii colectori în traiectul lor prin piramida lui Malpighi se unesc unii cu altii devenind din ce în ce mai mari. Ultima porțiune a tubilor colectori poartă denumirea de tubi Bellini și au diametru de 100-200 μm. Peretele tubilor Bellini este format din celule prismatice. Deschiderile lor la suprafaţa

papilei sunt atât de mari, atât de numeroase şi atât de grupate, încât papila capătă aspectul unei site. Tubii colectori conduc urina de la nivelul nefronilor către bazinet.

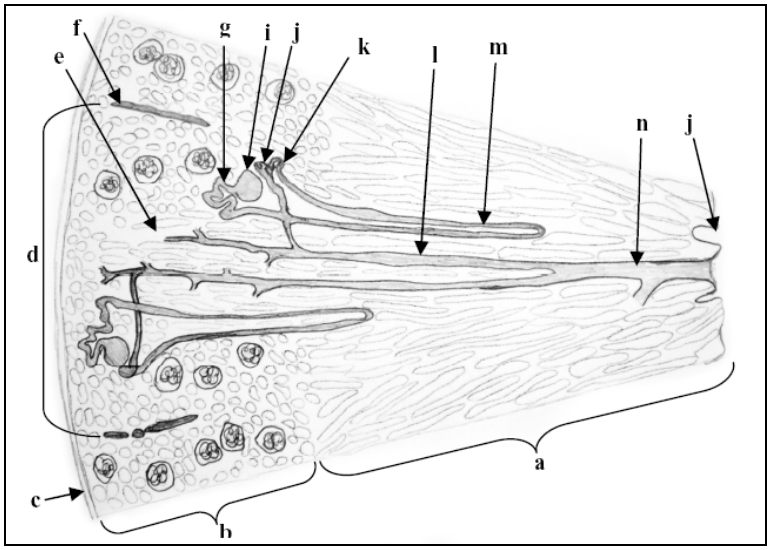

Fig. 9. Rinichi – histoarhitectonica: (a) medulară, (b) corticală, (c) capsulă, (d) lobul, (e) piramidă Ferrein, (f) arteră interlobulară, (g) tubi contorţi proximali, (i) corpusculi renali, (j) macula densa, (k) tubi contorţi distali, (l) tubi colectori, (m) ansa lui Henle, (n) duct colector papilar, (n) papilă renală.

Interstiţiul renal este reprezentat de un ţesut conjunctiv redus cantitativ, care conţine fibroblaste puţine şi câteva celule cu rol fagocitar. În corticală, el este prezent în special în jurul vaselor de sânge şi a diferitelor componente ale nefronului. În medulară, ţesutul conjunctiv este ceva mai bine reprezentat, fiind dispus printre tubii colectori şi ansele Henle. El conţine şi fibre de reticulină. Se pare că celulele interstiţiale medulare (fibroblastele peritubulare) sintetizează eritropoetina şi prostaglandine. În

cazul unor leziuni sau afecţiuni renale, ţesutul conjunctiv al interstiţiului renal poate suferi creşteri cantitative, de grade variate.

Vascularizaţia rinichiului este asigurată de artera renală care intră în rinichi la nivelul hilului. Circulaţia arterială a rinichiului este terminală deoarece nu există anastomoze nici între arterele interlobare, nici între cele intralobulare.

Circulaţia limfatică, este reprezentată de o reţea de capilare limfatice la nivelul capsulei şi în asociere cu vasele renale. Toate vasele limfatice părăsesc rinichiul la nivelul hilului.

Inervaţia rinichiului este asigurată de ramuri simpatice ale nervilor splanchnici şi parasimpatice ale vagului, fibre care intră în rinichi împreună cu arterele.

Căile urinare

Căile urinare includ următoarele organe cavitare, dispuse unul în continuarea celuilalt: calicele, bazinetul, ureterul, vezica urinară şi uretra.

Calicele

Calicele minore au peretele foarte subţire, format din uroteliu, membrană bazală şi corion. Uroteliul, format din 2-3 rânduri de celule, este aşezat pe o membrană bazală subţire. Corionul se continuă direct cu stroma medularei renale.

Calicele majore au peretele ceva mai gros, dar uroteliul are aceleaşi caractere morfologice. Corionul, format din ţesut conjunctiv, apare bine delimitat şi se continuă profund cu musculara. Stratul muscular este format, în prima porţiune, din celule musculare netede dispersate care, în apropierea bazinetului, se concentrează pentru a forma un strat bine definit. Adventiţia

derivă din porţiunea terminală a capsulei renale, care se invaginează la nivelul hilului.

Bazinetul

Prin unirea calicelor mari rezultă bazinetul care este situat în hilul renal. El are lumen mai larg decât segmentul următor (ureterul). Peretele bazinetului este format din mucoasă, musculară şi adventiţie.

Mucoasa este formată din epiteliu şi corion. Epiteliul este de tip urinar (uroteliu) şi conţine 2-3 straturi de celule, aşezate pe o membrană bazală subţire, sub care se găseşte un corion conjunctivo-elastic dezvoltat şi bine vascularizat. În ţesutul conjunctiv al bazinetului se observă frecvent infiltraţii limfoide.

Musculara este formată din celule musculare netede, dispuse într-un singur strat circular.

Adventiţia este redusă şi se leagă de capsula rinichiului pe de o parte şi pe de altă parte se continuă cu ţesutul conjunctiv de susţinere al ureterului. Pe o zonă mică, în partea anterioară, bazinetul este acoperit de seroasa peritoneală.

Ureterul

Ureterul face legătura între bazinet şi vezica urinară El este format din mucoasă, musculară şi adventiţie.

Mucoasa ureterului este formată din epiteliu şi corion. Epiteliul este de tip urinar, fiind alcătuit din 4-6 straturi de celule. Celulele de la suprafaţa epiteliului prezintă o margine convexă către lumen. O parte dintre ele pot fi binucleate. Aceste celule variază ca formă, de la cubo-prismatice în repaus, la pavimentoase când organul este destins şi au o suprafaţă neregulată cu invaginaţii. Epiteliul este aşezat pe o membrană bazală subţire, iar corionul

relativ dens, conţine numeroase fibre elastice şi vase de sânge. La nivelul corionului nu sunt prezente glande.

Musculara este groasă şi formată din fascicule de celule musculare netede, separate prin ţesut conjunctiv. Ea este dispusă pe două straturi, intern longitudinal şi extern circular. În porţiunea posterioară a ureterului se mai adaugă un strat muscular longitudinal. Refluxul urinei de la nivelul vezicii la nivelul ureterului, este prevenit datorită deschiderii oblice prin peretele vezicii.

Adventiţia ureterului este formată dintr-un ţesut conjunctivo-elastic, care face legătura cu celelalte organe învecinate, iar ultima porțiune, dinspre vezica urinară, este acoperită de foița parietală a seroasei abdominale.

Vezica urinară

Peretele vezicii urinare este format din mucoasă, submucoasă, musculară şi adventiţie sau seroasă.

Mucoasa, este formată din epiteliu, corion şi musculara mucoasei. Epiteliul vezicii este dispus pe 8-10 straturi celulare, în vezica goală şi doar 2-3 în vezica destinsă. Corionul are aspect dens în zona dinspre epiteliu şi conţine puţine fibre elastice. La nivelul corionului nu sunt prezente glande. Doar lângă orificiul ureteric şi orificiul uretral intern sunt prezente câteva glande mici, formate din celule secretoare de mucus, ce prezintă canale excretorii simple. Musculara mucoasei este formată din celule musculare netede dispuse într-un strat subţire continuu, discontinuu sau în grupuri mici de celule izolate.

Submucoasa este formată din ţesut conjunctiv relativ dens, cu număr mic de celule. Ea este bine vascularizată.

Musculara este formată din trei straturi de celule musculare netede: extern longitudinal, mijlociu circular şi intern plexiform. Dispunerea pe straturi nu este însă foarte netă. Stratul mijlociu circular este cel mai dezvoltat şi formează un sfincter în jurul orificiului uretral intern şi cu o mai mică extindere în jurul orificiilor ureterelor.

Adventiţia este formată din ţesut conjunctiv fibroelastic şi acoperă cea mai mare parte a vezicii, cu excepţia suprafeţei anterioare, care este acoperită de seroasa peritoneală.

Uretra

Uretra conduce urina de la vezică la exterior. Uretra masculului se deosebeşte de cea a femelei.

Uretra masculului, mult mai lungă decât a femelei, este formată din următoarele segmente: uretra prostatică, uretra membranoasă şi uretra cavernoasă. *Uretra prostatică* este dispusă în continuarea orificiului uretral intern al vezicii urinare. Ea traversează prostata, iar la nivelul ei se deschid cele două canale ejaculatoare şi canalele glandelor prostatice. *Uretra membranoasă* este scurtă şi trece de la vârful prostatei printre muşchii striaţi ai pelvisului, traversează membrana perineală şi se termină în corpul cavernos. *Uretra peniană,* traversează corpul spongios şi se deschide la nivelul glandului penian.

În uretra prostatică, epiteliul este de tip urinar (uroteliu), dar el se modifică devenind stratificat prismatic. Partea terminală a uretrei peniene este căptuşită de epiteliu stratificat pavimentos. Sunt prezente şi câteva celule secretoare de mucus. Sub epiteliu se află un corion format din ţesut conjunctiv fibroelastic lax. Întreaga mucoasă uretrală prezintă mici depresiuni sau cripte, ce se extind în profunzime, ca glande tubulare

ramificate (*glandele lui Littre*). Aceste glande sunt mult mai numeroase în partea dorsală a uretrei peniene şi orientate oblic, cu baza situată proximal faţă de orificiile lor. Tunica musculară conţine celule musculare netede dispuse longitudinal (intern) şi circular (extern). Cele circulare se continuă cu musculara vezicii urinare. Există şi celule musculare striate (inervate de nervul ruşinos), ce formează sfincterul uretrei.

Uretra femelei este mult mai scurtă decât a masculului. Prima porţiune este căptuşită de uroteliu, care se continuă cu epiteliu stratificat prismatic, apoi pseudostratificat prismatic şi în porţiunea finală stratificat pavimentos. Epiteliul este aşezat pe un corion format din ţesut conjunctiv lax, ce conţine numeroase sinusuri venoase, asemănătoare ţesutului cavernos din corionul uretrei spongioase masculine. Sunt prezente şi structuri glandulare asemănătoare glandelor Littre de la mascul.

Musculara uretrei la femelă este formată din două straturi de celule musculare netede, unul longitudinal intern şi unul circular extern. Înspre orificiul extern se adaugă şi celule musculare striate, care formează un sfincter.

SISTEMUL GENITAL MASCUL

Sistemul genital mascul este alcătuit din: *testicule* (produc celulele sexuale mascule şi hormonii sexuali), *căi spermatice* (depozitează şi transportă spermatozoizii de la testicul la organul copulator), *glande anexe* (elaborează plasma seminală) şi *penis*.

Testiculul

Testiculul este o glandă mixtă, cu funcţie atât exocrină cât şi endocrină. Funcţia exocrină este în relaţie cu producerea de celule sexuale (spermatozoizi), iar cea endocrină cu sinteza de hormoni (în special androgeni). Structural, testiculul este format din ţesut de susţinere şi parenchim.

Ţesutul de susţinere este format din capsulă, trabeculi şi stromă. Capsula este formată din ţesut conjunctiv dens neorientat şi poartă numele de *albuginee*. Pe versantul extern este acoperită de seroasă (tunica vaginală) delimitată de celule mezoteliale. Pe versantul intern prezintă un strat cu numeroase vase sanguine şi limfatice (tunica vasculosa). Pe faţa posterioară a testicului albugineea este mai groasă, pătrunde în interiorul testiculului şi formează mediastinul testicular, prin care trec vasele sanguine, fibrele nervoase şi canalele eferente. Din mediastin se desprind trabeculi conjunctivi subţiri, care se orientează radiar către capsulă şi compartimentează testiculul în aproximativ 250 de lobuli testiculari. Stroma este formată din ţesut conjunctiv lax, cu numeroase capilare şi celule secretoare de hormoni androgeni (celule Leydig).

Parenchimul este format din tubii seminiferi. Fiecare lobul conţine 1-4 tubi seminiferi, cu traiect sinuos (contorţi), încorporaţi într-o stromă fină. Diametrul mediu al tubilor seminiferi este de aproximativ 180 µm. Tubii

încep în fund de sac (capăt orb) la periferia lobulului şi urmează un traiect sinuos până la vârful acestuia, unde se continuă cu tubul drept. Tubul seminifer are membrană bazală distinctă şi în jurul acesteia este dispus un strat subţire de ţesut conjunctiv. Acest ţesut conjunctiv peritubular împreună cu vasele limfatice pe care le conţine formează o barieră între epiteliul seminifer şi sânge. Pe membrana bazală este dispus epiteliul seminifer, stratificat, format din două tipuri celulare: celule spermatogene sau germinale şi celule Sertoli.

Celulele spermatogene formează un epiteliu stratificat (alcătuit din 4-8 rânduri de celule) care ocupă spaţiul dintre membrana bazală şi lumenul tubului seminifer. Aceste celule dau naştere spermatozoizilor, prin procese de diviziune şi diferenţiere celulară, în cadrul proceselor de *spermatogeneză* şi *spermiogeneză*. Celulele liniei seminale reprezintă stadii evolutive ale aceluiaşi tip celular. Ele sunt reprezentate de spermatogonii, spermatocite, spermatide şi spermatozoizi.

Spermatogoniile, sunt celule mici, cu diametrul de aproximativ 10-15 µm, sferice sau ovale, dispuse într-un strat la periferia tubului seminifer. Nucleul lor este situat central, cromatina apare dispusă în blocuri mari, iar citoplasma slab bazofilă, conţine organitele celulare comune. După aspectul nucleului, spermatogoniile pot fi: spermatogonii de tip A, cu nucleul întunecat sau palid, iar nucleolul situat în vecinătatea membranei nucleare şi spermatogonii de tip B, ce conţin nuclei sferici, cu cromatina în grunji, dispusă lângă membrana nucleară şi nucleolul situat central. Spermatogoniile sunt celule cu un marcant potenţial mitotic. Astfel spermatogoniile de tip A, cu nucleul întunecat sunt considerate celule de rezervă care se divid, menţinând constantă populaţia de spermatogonii, iar cele cu nucleul palid,

prin diviziune formează spermatogonii de tip B, care dau naştere spermatocitelor primare.

Spermatocitele, sunt de două tipuri: spermatocite primare şi spermatocite secundare. Spermatocitele primare sunt cele mai voluminoase celule ale liniei seminale (17-19 µm diametru), cu nucleul sferic şi cromatina în blocuri sau cordoane. Citoplasma redusă, este intens bazofilă. Spermatocitele primare sunt elemente celulare diploide, care se divid prin meioză (prima diviziune meiotică), dând naştere spermatocitelor secundare. Acestea sunt celule haploide, care prin cea de-a doua diviziune meiotică, dau naştere spermatidelor.

Spermatidele, sunt celule mici (cu diametrul de 7-9 µm), ovale sau poligonale, dispuse pe 3-4 rânduri, înspre lumenul tubilor seminiferi, parţial incluse în faldurile celulelor Sertoli. Nucleul lor, dispus central sau excentric, este bogat în cromatină. Spermatidele nu se mai divid, ci se transformă în cadrul procesului de *spermiogeneză,* în spermatozoizi.

Spermatozoizii, sunt uşor de recunoscut pe secţiuni histologice după capul oval, intens colorat, ataşat la epiteliul seminifer şi coada liberă spre lumen.

Celulele Sertoli, reprezintă 10-15% din populaţia celulară a tubului seminifer. Ele sunt celule înalte, aşezate pe membrana bazală a tubului şi trimit prelungiri citoplasmatice printre şi în jurul celulelor seminale. Nucleul, aşezat la o oarecare distanţă de limita bazală a celulelor, este eucromatic, ovoid, dispus cu axul lung, orientat perpendicular pe membrana bazală a tubului şi conţine un nucleol evident. Citoplsma celulelor Sertoli prezintă prelungiri laterale care formează joncţiuni aderente şi de comunicare cu prelungirile celulelor Sertoli vecine. Aceste prelungiri separă celulele germinale din generaţii diferite de maturare. În felul acesta sunt delimitate

două compartimente distincte la nivelul tubilor seminiferi. Compartimentul bazal permite schimburi relativ libere de nutrienţi şi alte materiale între vasele interstiţiale şi spermatogonii iar cel adluminal, nu permite schimburi directe, hrănirea celulelor din acest compartiment realizându-se prin intermediul celulelor Sertoli.

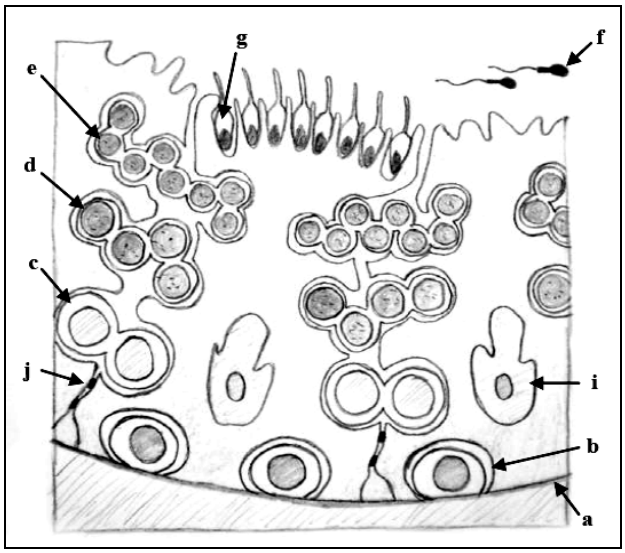

Fig. 10. Testicul: (a) membrană bazală, (b) spermatogonii, (c) spermatocit primar, (d) spermatocit secundar, (e) spermatidă, (f) spermatozoizi, (g) spermatidă, (i) nucleul celulelor Sertoli, (j) joncţiuni ocludente.

Ţesutul interstiţial este aşezat printre tubii seminiferi şi conţine câteva fibre de colagen, fibroblaste, macrofage, vase de sânge, limfatice şi nervi. La nivelul lui se află celulele Leydig (componenta endocrină a testicului).

Celulele interstiţiale Leydig, dispuse în mici grupuri în stroma intertubulară, sunt asociate intim cu vase capilare şi fibre nervoase. Ele au dimensiuni medii, formă poligonală sau ovală şi prezintă în jur o reţea fină

de fibre de reticulină. Citoplasma lor apare vacuolizată la microscopul optic, din cauza numărului mare de picături lipidice şi conţine un reticul endoplasmic neted dezvoltat (implicat în secreţia hormonilor steroizi). Nucleul, situat central sau excentric, este rotund, eucromatic şi prezintă unul sau doi nucleoli. Sunt întâlnite şi celule binucleate. Celulele Leydig secretă testosteronul.

Vascularizaţia testiculului este asigurată de artera testiculară iar *inervaţia* de terminaţii nervoase simpatice, ce provin din plexul hipogastric.

Căile spermatice

Căile spermatice cuprind totalitatea canalelor excretorii care colectează, depozitează şi conduc spermatozoizii la exterior. Ele se împart în: căi spermatice intratesticulare şi căi spermatice extratesticulare.

Căile spermatice intratesticulare sunt reprezentate de: tubii drepţi şi rete testis (reţeaua lui Haller).

Tubii drepţi rezultă din fuziunea tubilor seminiferi din acelaşi lobul testicular. Au un diametru de aproximativ 25-80 µm şi lungimea de 200-400 µm. Ei sunt formaţi numai din celule Sertoli, care alcătuiesc un epiteliu simplu prismatic sau cubic. Epiteliul este aşezat pe o membrană bazală, înconjurată de un strat subțire de ţesut conjunctiv lax.

Rete testis este o reţea de canale anastomozate, de la nivelul mediastinului testicular. Canalele sunt neregulate şi căptuşite de un epiteliu simplu cubic sau pavimentos, aşezat pe o membrană bazală delicată.

Căile spermatice extratesticulare sunt reprezentate de: canalele eferente, epididim, canalul deferent şi canalul ejaculator.

Canalele eferente sunt reprezentate de 10-15 canale spiralate care merg dinspre rete testis spre epididim. Fiecare canal eferent are 6-8 cm

lungime şi 0,05 mm diametru. Canalele sunt învelite de un strat de ţesut conjunctiv, peste care se află un strat subţire de celule musculare netede, dispuse circular. La exterior fiecare canal are un contur regulat, dar lumenul lor apare festonat deoarece grupuri de celule înalte prismatice, alternează cu grupuri de celule cuboidale. Celulele prismatice au o citoplasmă acidofilă ce conţine picături de grăsime şi granule de pigment, iar la polul apical prezintă cili cu rol în deplasarea spermatozoizilor către canalele epididimare. Celulele cuboidale conţin mulţi lizozomi şi posedă numeroşi microvili pe suprafaţa lor liberă, cu rol în absorbţie. În felul acesta, canalele eferente, pe lângă funcţia de deplasare a spermatozoizilor, absorb o mare parte a lichidului produs în tubii seminiferi.

Canalul epididimar se formează prin unirea conurilor eferente. Este un canal lung, de 5-6 m, cu un lumen de 0,5 mm, foarte întortocheat, care formează corpul şi coada epididimului. Prin lumenul canalului epididimar spermatozoizii se deplasează lent şi aici ei devin mobili. Canalul epididimar este tapetat de un epiteliu pseudostratificat prismatic, aşezat pe o membrană bazală, înconjurată de un strat subţire de celule musculare netede, cu dispoziţie circulară şi un strat delicat de ţesut conjunctiv. Epiteliul pseudostratificat este format din celule bazale (nediferenţiate) şi celule înalte prismatice care prezintă la polul apical numeroşi microvili foarte lungi (40-80 μm), numiţi stereocili. Celulele prismatice îndeplinesc funcţii cum ar fi: absorbţia fluidului testicular sau secreţia unor substanţe cu rol în maturarea spermatozoizilor. Canalul epididimar se continuă cu canalul deferent.

Canalul deferent are peretele format din mucoasă, musculară şi adventiţie.

Mucoasa formează pliuri logitudinale, responsabile de conturul stelat al lumenului pe secţiune transversală. Epiteliul canalului deferent este

pseudostratificat prismatic, iar o parte dintre celulele prismatice prezintă stereocili. Epiteliul este dispus pe o membrană bazală, înconjurată de un corion subţire, ce conţine numeroase fibre de colagen şi elastice.

Musculara groasă este formată din trei straturi distincte: stratul intern relativ subţire format din celule musculare netede orientate longitudinal, stratul mijlociu mai dezvoltat şi cu dispoziţie circulară, iar stratul extern bine dezvoltat, dispus longitudinal.

Adventiţia este de natură conjunctivă, înconjoară musculara şi ataşează organul la ţesuturile adiacente.

Canalul ejaculator este căptuşit de epiteliu simplu prismatic sau pseudostratificat, acoperit de ţesut conjunctiv fibros.

Glandele anexe ale sistemului genital mascul

Glandele anexe ale sistemului genital mascul sunt: veziculele seminale, prostata şi glandele bulbouretrale.

Veziculele seminale

Veziculele seminale au peretele format din mucoasă, musculară şi adventiţie.

Mucoasa prezintă cute înalte care formează numeroase compartimente de mărimi diferite (toate comunică cu lumenul). Epiteliul prezintă variaţii, fiind pseudostratificat sau simplu prismatic, alcătuit din celule secretoare aflate sub influenţa testosteronului. Înălţimea celulelor diferă în funcţie de faza secretorie şi de vârstă. Celulele componente conţin în citoplasmă granule secretorii şi un pigment galben. Epiteliul este aşezat pe o membrană bazală sub care există un corion format din ţesut conjunctiv lax, bine vascularizat.

Musculara, mai subţire decât la canalele deferente, este formată dintr-un strat intern circular şi un strat extern longitudinal.

Adventiţia înveleşte veziculele seminale la exterior şi este formată din ţesut conjunctiv lax, care conţine şi numeroase fibre elastice.

Veziculele seminale secretă şi depozitează componenta vâscoasă a lichidului seminal. Ele nu sunt rezervor de depozitare a spermatozoizilor.

Prostata

Prostata este o glandă tubuloalveolară care înconjoară uretra, la locul de desprindere a ei din vezica urinară. Ea este formată din 30-50 glande compuse, mici, care se deschid în uretra prostatică, prin 15-30 canale excretoare. Întreaga glandă este înconjurată de o capsulă musculofibroasă, care trimite de pe faţa sa internă trabeculi musculoconjunctivi, care împart glanda în 30-50 lobuli glandulari.

Stroma este formată din fibre de colagen, celule musculare netede şi rare fibre elastice. Celulele stromei sunt puţine, fiind reprezentate de fibroblaste, macrofage şi mastocite. Odată cu înaintarea în vârstă, stroma conjunctivomusculară predomină în detrimentul componentei glandulare.

Parenchimul este reprezentat de elementele glandulare (glandele prostatei) aranjate în trei grupe, dispuse concentric în jurul uretrei: mucoase, submucoase şi principale.

Glandele mucoase sunt glande tubulare simple, tapetate de epiteliu simplu prismatic, care după un traiect scurt se deschid direct în uretră.

Glandele submucoase, mai numeroase, sunt dispuse concentric în jurul glandelor mucoase. Sunt glande de tip tubular ramificat, care se varsă prin canale scurte, în porţiunea superioară a uretrei prostatice.

Glandele principale mari, de tip tubuloalveolar sunt aşezate periferic şi constituie partea cea mai voluminoasă a glandei. Ele se varsă în uretra prostatică, prin 20-30 de canale excretorii lungi.

Epiteliul care tapetează glandele prostatice este simplu prismatic sau pseudostratificat prismatic, alcătuit din trei tipuri de celule: principale, bazale şi neuroendocrine.

Celulele principale sunt prismatice sau cuboidale cu nucleul oval, eucromatic şi citoplasma slab eozinofilă, care conţine organite comune, picături de mucus, granule de secreţie.

Celulele bazale sunt mici, rotunde sau triunghiulare, dispuse pe membrana bazală.

Celulele neuroendocrine pot fi identificate prin metode de colorare specifice. În citoplasma lor există granule ce conţin calcitonină, serotonină, bombesină sau cromogranină.

Scăderea concentraţiei testosteronului este urmată de transformarea epiteliului de tip prismatic în epiteliu cubic, cu reducerea sau chiar dispariţia activităţii secretorii. Odată cu înaintarea în vârstă epiteliul poate suferi un proces de metaplazie pavimentoasă.

Segmentul excretor este tapetat de un epiteliu simplu prismatic, care devine pluristratificat pe măsură ce canalele se apropie de uretră, la acest nivel fiind de tip tranziţional.

Secreţia prostatei este un lichid subţire, lăptos, uşor alcalin şi bogat în enzime proteolitice, în principal fibrinolizină, care are rol în lichefierea spermei. Ea conţine de asemenea cantităţi mari de fosfatază acidă. Pe secţiuni secreţia apare ca o masă acidofilă granulară, ce conţine în unele areole corpusculi sferici sau ovoizi, denumiţi *corpi amilacei* (simpexioni), care sunt condensări ale secreţiilor prostatei. Simpexionii au diametrul de

aproximativ 0,2 mm, iar uneori se pot calcifica dând naştere litiazei prostatice. Semnificaţia lor nu este cunoscută, însă numărul lor creşte odată cu înaintarea în vârstă.

Glandele bulbouretrale

Glandele bulbouretrale (Cowper) sunt glande pereche, dispuse în ţesutul conjunctiv din spatele uretrei membranoase. Ele sunt glande tubuloalveolare compuse şi îşi drenează secreţia în porţiunea iniţială a uretrei spongioase, pe care o lubrefiază în timpul erecţiei. Glanda bulbouretrală este înconjurată de o capsulă subţire de ţesut conjunctiv, peste care se află celule musculare striate. În glandă pătrund septe care o împart în mai mulţi lobi. Ţesutul conjunctiv din septe conţine numeroase fibre elastice, celule musculare netede şi striate. Unităţile secretorii sunt variabile, fiind alveolare, saciforme sau tubulare. Epiteliul este de asemenea variabil de la cubic la prismatic. Citoplasma celulelor glandulare conţine picături mucinogene şi câteva incluziuni acidofile cu aspect fusiform. Nucleii sunt amplasaţi bazal. Canalele excretorii sunt căptuşite de epiteliu pseudostratificat, asemănător cu cel din uretră şi poate conţine grupuri de celule mucoase. Canalele prezintă un strat incomplet de celule musculare netede, dispuse circular. Secreţia este mucoasă, clară şi vâscoasă.

Penisul

Este organul care serveşte pe de o parte la eliminarea urinei şi lichidului seminal, iar pe de altă parte reprezintă organul copulator. Este format din corpul penisului şi glandul penisului.

Corpul penisului este acoperit de piele (cu epiteliu subţire minim cheratinizat şi numeroase fibre elastice), dispusă pe un ţesut subcutanat lipsit

de grăsime dar care conţine multe celule musculare netede. În continuare există o membrană fibroelastică continuă (fascia penisului) care include corpii cavernoşi şi corpul spongios Ea conţine numeroase fibre elastice, vase sanguine şi fibre nervoase. Sub aceasta se află o teacă fibroasă groasă, numită *albuginee*, care acoperă corpii cavernoşi şi corpul spongios. Din albuginee se desprind trabeculi formaţi din fibre elastice şi celule musculare netede care delimitează spaţii numite areole sau caverne, tapetate de endoteliu. Cavernele sunt de fapt sinusuri venoase neregulate, interconectate extensiv, cele centrale având lumenul mai larg decât cele periferice. Tunica albugineea a corpului spongios este mult mai subţire decât cea a corpilor cavernoşi penieni şi conţine multe fibre elastice şi celule musculare netede. Trabeculele sunt mai subţiri şi mai elastice decât cele ale corpilor cavernoşi, iar cavernele sunt mai mici. Corpul spongios se termină anterior cu o porţiune dilatată numită gland penian.

Glandul este acoperit de epiteliu stratificat pavimentos necheratinizat aşezat pe un corion format din ţesut conjunctiv lax. Principala componentă a glandului, corpul spongios, este format din sinusuri venoase specializate, ramificate şi anastomozate. Aceste sinusuri au formă şi dimensiuni variabile, lumenul delimitat de celule endoteliale şi sunt înconjurate de un strat subţire de celule musculare netede. Spaţiul dintre sinusuri este ocupat de ţesut conjunctiv bine reprezentat care conţine numeroase vase limfatice şi terminaţiuni nervoase.

Vascularizaţia penisului este asigurată de arterele dorsale ce se deplasează în intervalul dintre corpii cavernoşi superiori, de fiecare parte a venei dorsale şi arterele profunde ale penisului, care traversează fiecare corp.

Inervaţia muşchiului neted de la nivelul arterelor şi trabeculilor este asigurată atât de fibre simpatice cât şi parasimpatice.

SISTEMUL GENITAL FEMEL

Sistemul genital femel este alcătuit din organe genitale interne, dispuse în pelvis şi sau în cavitatea abdominală (în funcție de specie și segment anatomic), reprezentate de ovare şi căile genitale (oviduct, uter şi vagin), şi organe genitale externe localizate în perineu (vulvă, clitoris). Acestora li se adaugă placenta (un organ tranzitoriu) şi glandele mamare (incluse aici datorită legăturii directe cu sistemul genital femel). Organele care alcătuiesc sistemul genital femel sunt de o mare diversitate morfologică şi funcţională. Fiind organe hormonodependente, ele suferă modificări structurale şi funcţionale ciclice, pe parcursul întregii vieţi reproductive şi al gestaţiei. Ele îndeplinesc un număr mare de funcţii: produc celulele germinale femele (ovule), înlesnesc contactul celulelor sexuale femele şi mascule pentru realizarea fecundaţiei, asigură un mediu corespunzător pentru dezvoltarea fetuşilor pe perioada gestaţiei, asigură expulzarea fătului la sfârşitul perioadei de gestaţie, asigură nutriţia noului-născut, sintetizează substanţe hormonale necesare funcţionării organelor sistemului genital femel pe toată perioada reproductivă.

Ovarul

Ovarele sunt organe perechi, dispuse în partea posterioară a ligamentelor largi de o parte şi de alta a coarnelor uterine. Ele sunt ataşate la uter prin ligamentul uteroovarian şi acoperite parţial de pavilionul oviductului. Ovarele sunt organe complexe cu activitate atât exocrină (producerea ovocitelor) cât şi endocrină (sinteza de hormoni estrogeni şi progesteron). Forma, mărimea şi dispoziţia lor diferă de la o specie la alta. Ovarele sunt organe înalt specializate pentru formarea şi maturarea foliculilor ovarieni precum şi în secreţia de hormoni. Ovarele sunt acoperite

la suprafaţă de un epiteliu simplu cubic (derivat din mezoteliul peritoneal), care se continuă la nivelul hilului cu mezoteliul ligamentelor ovariene. Celulele acestui epiteliu prezintă nucleu heterocromatic şi citoplasmă puţină. Ele sunt dispuse pe o membrană bazală foarte subţire şi nu sunt la fel de înalte pe toată suprafaţa ovarului, putând fi pe alocuri prismatice sau endoteliforme. Epiteliul de acoperire poate fi uneori invaginat în corticală sub formă de mici cripte, cu aspect glandular sau chistic. Aceste cripte pot fi izolate sau formează mici grupuri, apar la toaste categoriile de vârstă dar cresc numeric spre sfârşitul perioadei reproductive.

Sub epiteliul de acoperire se află un strat de ţesut conjunctiv dens numit albuginee, ce conţine numeroase fibre de colagen dispuse paralel cu suprafaţa. Albugineea se continuă fără limită de demarcaţie netă cu stroma corticală şi se consideră că face parte integrantă din ea (este considerată o condensare a stromei corticale).

Ţesutul propriu al ovarului este structurat pe două zone: *medulara* dispusă central în continuarea hilului, de formă neregulată, aspect lax şi foarte vascularizată; *corticala* care înconjoară medulara, este mai compactă şi de grosime variabilă (în funcţie de specie). Singura excepţie în privinţa dispunerii celor două zone este la ovarul de iapă unde ele apar inversate.

Zona medulară este dispusă în porţiunea centrală a ovarului la majoritatea mamiferelor domestice, în vecinătatea hilului. Ea este alcătuită dintr-o stromă formată din ţesut conjunctiv lax, bogat în fibre elastice, în care sunt cuprinse numeroase vase sanguine mari, vase limfatice şi fibre nervoase. În apropierea hilului se pot observa şi câteva celule musculare netede. Nu există o linie de demarcaţie netă între medulara şi corticala ovarului. La speciile a căror medulară ovariană este situată central, ovulaţia se poate produce pe toată suprafaţa organului.

Zona corticală este alcătuită dintr-o stromă şi un parenchim. Stroma este reprezentată de un ţesut conjunctiv, ce conţine numeroase celule stromale cu aspect fusiform şi nuclei alungiţi (asemănătoare fibrocitelor), dispuse în vârtej printre foliculii ovarieni. Elementele structurale ale stromei participă la organizarea tecilor conjunctive ale foliculilor ovarieni, (când parcurg procesul de creştere foliculară). Parenchimul corticalei ovariene conţine formaţiuni specifice reprezentate de foliculi ovarieni (în diferite stadii de evoluţie sau involuţie) şi corpi galbeni (evolutivi sau involutivi). Foliculii ovarieni pot fi dispuşi în stroma corticală fie grupaţi (carnasiere) fie difuz (rumegătoare). Ei au dimensiuni şi complexitate structurală dependente de gradul de maturare. Fiecare folicul conţine câte un ovocit de ordinul I (rămas în profaza primei diviziuni meiotice). Din numărul foarte mare de ovocite existente în ovar încă din viaţa intrauterină, numai câteva sute (numărul diferă mult în funcţie de specie) ajung la maturitate (finalizează prin ovulaţie) în timpul vieţii sexuale a femelei. Celelalte dispar treptat prin degenerare (atrezie) încă din timpul vieţii intrauterine, continuă în perioada prepuberă şi apoi pe tot parcursul vieţii sexuale a femelei.

La naştere, în ovarele femelei există de la câteva zeci de mii la câteva sute de mii de foliculi primordiali (în funcţie de specie). Până la pubertate, numărul lor se reduce mult. Diferenţele sunt relativ mari de la o specie la alta, iar numărul de foliculi existenţi la pubertate constituie rezerva foliculară a femelei. Această rezervă va fi consumată treptat până la epuizare.

În ovarul femelei mature există atât foliculi primordiali (în aşteptare) cât şi foliculi aflaţi în diferite stadii de evoluţie (primari, antrali, de Graaf) sau involuţie (foliculi atrezici). Alături de ei există corpi galbeni (progestativi, gestativi sau albicans).

Pe parcursul vieţii reproductive a unei femele, cu ocazia fiecărui ciclu sexual, un număr oarecare dintre foliculii aflaţi în aşteptare (în pool-ul de rezervă) iniţiază procesul de creştere (sunt recrutaţi în pool-ul de creştere). Mecanismele şi factorii care stau la baza procesului de recrutare nu se cunosc cu exactitate. Din punct de vedere morfologic aspectele care indică iniţierea primelor stadii de creştere foliculară sunt creşterea ovocitului şi schimbarea formei celulelor foliculare, de la aplatizate la cubice.

Foliculii primordiali sunt formaţiuni rotunde, cu diametrul de 50-80 μm, dispuse în corticala superficială a ovarului. Fiecare folicul primordial conţine un ovocit de ordinul I, care este o celulă sferică cu diametrul de 30-40 μm şi în jurul acesteia 7-10 celule turtite, dispuse pe un singur rând, numite celule foliculare. Peste celulele foliculare, se dispune o membrană bazală, foarte subţire, numită membrana foliculară. Uneori pot fi întâlniţi şi foliculi ovarieni care conţin două ovocite şi rar chiar mai multe.

Odată cu instalarea pubertăţii, în ovare începe procesul de creştere foliculară, care se derulează ciclic şi este sub controlul hormonului foliculino-stimulator (FSH). În cursul acestui proces foliculii trec prin mai multe stadii de maturare.

Foliculii primari reprezintă primul stadiu al procesului de creştere foliculară. Celulele foliculare proliferează, formând un rând complet de celule, la început cubice apoi prismatice, pentru ca în continuare să se dispună pe mai multe rânduri, între ovocit şi membrana foliculară. Ovocitul creşte în dimensiuni, iar între el şi celulele foliculare apare o zonă refringentă şi intens acidofilă, numită membrana pelucida. Ea este formată din prelungirile lungi microvilare ale plasmalemei celulelor foliculare care fac contact cu suprafaţa ovocitului. Între aceste prelungiri se găsesc anumite substanţe, majoritatea fiind glicozaminoglicani şi glicoproteine.Membrana

pelucida protejează ovocitul prin acţiunea sa de membrană selectivă dar în acelaşi timp asigură transferul substanţelor necesare metabolismului ovocitului şi cele care formează vitelusul. Ea are de asemenea rol major în procesul de fecundaţie. La periferia foliculului secundar se află membrana foliculară care separă celulele foliculare de de stroma înconjurătoare.

Foliculii secundari conţin un ovocit de ordinul I cu diametrul de aproximativ 100 μm. Zona pelucida apare ceva mai îngroşată, iar celulele foliculare se înmulţesc foarte mult, dispunându-se pe mai multe straturi. Ele încep să devină secretorii şi elaborează un lichid folicular care se acumulează în mici spaţii ce se formează între celulele foliculare. Spaţiile sunt la început multe şi mici, apoi prin confluare devin tot mai puţine şi mai mari, până se ajunge la o singură cavitate (cavitatea foliculară, antru). Prin creşterea cavităţii foliculare, majoritatea celulelor foliculare sunt împinse la periferie formând membrana granuloasa. O parte dintre celulele foliculare alcătuiesc o aglomerare conică, în contact intim cu membrana granuloasa, numită disc proliger sau cumulus ooforus, pe care se sprijină ovocitul. În jurul ovocitului rămân 2-3 rânduri de celule foliculare, care alcătuiesc coroana radiata, în contact intim cu celulele discului proliger. Peste membrana granuloasa este dispusă membrana foliculară, iar peste ea două teci conjunctive organizate cu participarea ţesutului conjunctiv al stromei corticale. Teaca conjunctivă internă este formată din ţesut conjunctiv lax şi conţine numeroase celule rotunde, poliedrice sau fusiforme, dispuse în ochiurile formate de fibrele fine de colagen şi reticulină . Această teacă este foarte bine vascularizată fiind deservită de o bogată reţea de capilare. Celulele tecii conjunctive interne (celulele tecale) au activitate endocrină fiind responsabile de secreţia hormonilor estrogeni. Teaca conjunctivă externă este formată din fibre conjunctive dense cu orientare circulară şi celule conjunctive. Această teacă

fibroasă reprezintă o diferenţiere a stromei corticale învecinate sub acţiunea forţelor mecanice rezultate din distensia foliculilor în creştere. Ea se continuă cu stroma înconjurătoare fără limită netă de demarcaţie. Capilare desprinse din arteriolele stromei învecinate străbat teaca conjunctivă externă, alimentând şi teaca conjunctivă internă. Prin structura şi rezistenţa ei, constituie teaca de protecţie a foliculilor ovarieni.

Foliculul matur (foliculul de Graaf) reprezintă stadiul final al procesului de creştere foliculară. În acest stadiu, foliculul atinge dimensiunea de 15-20 mm (sau chiar mai mult), înlesnind observarea lui cu ochiul liber. Creşterea în volum a foliculului se datorează proliferării celulelor foliculare, dar mai ales acumulării unei cantităţi mari de lichid în cavitatea foliculară. Ovocitul atinge dimensiunea maximă (150-200 μm), fiind cea mai mare celulă uninucleată din organism.

Celulele membranei granuloasa şi discului proliger sunt similare ca formă şi dimensiuni, doar cele ale coroanei radiate apar mai înalte. Deşi celulele granuloasei şi ale discului proliger sunt aşezate pe o membrană bazală, multiplicarea lor nu se face doar pe seama celulelor stratului bazal ca în cazul epiteliilor, ci prin diviziunea celulelor din toate straturile.

Foliculul matur se găseşte dispus la periferia ovarului, sub albuginee, deformând suprafaţa ovarului. Zona proeminentă de la suprafaţa ovarului poartă numele de stigmă şi poate fi palpată prin examenul transrectal. În apropierea ovulaţiei, cele două teci conjunctive sunt puternic comprimate la nivelul stigmei, fiind reprezentate doar de o pătură subţire de ţesut conjunctiv. Cu câteva ore înainte de ovulație, lichidul folicular pătrunde printre celulele foliculare de la nivelul discului proliger și le disociază, astfel încât ovocitul înconjurat de membrana pelucida și coroana radiata plutește în cavitatea folicular. În momentul ovulaţiei, peretele foliculului de Graaf se

rupe la nivelul stigmei, ovocitul este expulzat, cu sau fără coroana radiata şi în cavitatea rămasă se organizează corpul galben.

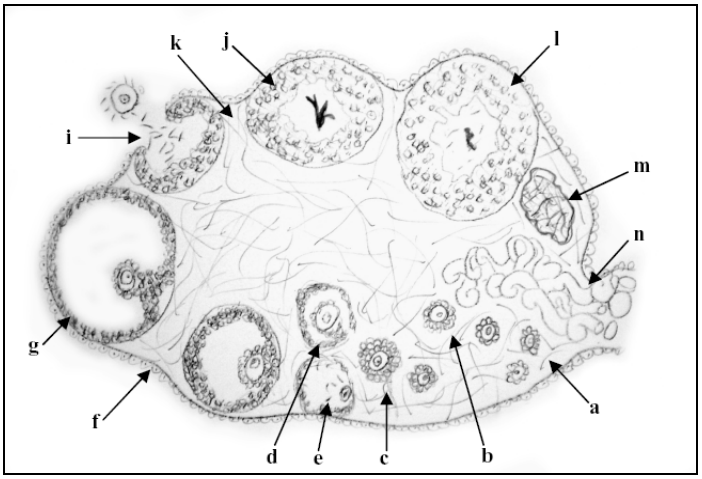

Fig. 11. Ovar: (a) folicul primordial, (b) folicul primar, (c) folicul preantral, (d) formarea antrului, (e) folicul atrezic, (f) albuginee, (g) folicul matur, (i) dehiscenţa foliculară cu eliberarea ovocitului, (j) corp galben cu cheaguri de sânge, (k) stroma cortexului, (l) corp galben matur, (m) corp albicans, (n) vase sanguine.

Atrezia foliculară. Pe lângă foliculii evolutivi (care finalizează prin ovulaţie), corticala ovarului mai conţine numeroşi foliculi care nu finalizează procesul de creştere foliculară. O parte dintre ei parcurg parţial acest proces, după care suferă fenomene de involuţie. Aceşti foliculi involutivi poartă numele de foliculi atrezici, iar fenomenul se numeşte atrezie foliculară. Ea este întâlnită la toate speciile de mamifere şi prin acest fenomen este consumat surplusul de celule germinale în timpul dezvoltării embrionare, vieţii prenatale, neonatale, prepubertale, pubertale, ciclului estral, şi vieţii

postreproductive a femelei. Altfel spus, atrezia foliculară reglează potenţialul reproductiv al fiecărei specii în parte.

Atrezia foliculară poate cuprinde ovocitele sau foliculii în orice stadiu de dezvoltare, iar derularea ei prezintă anumite particularităţi în funcţie de momentul intrării în atrezie. Foliculii primari şi chiar unii foliculi cavitari mici suferă procese de involuţie rapidă şi dispar fără a lăsa nici o urmă la nivelul stromei corticale ovariene. Foliculii cavitari medii şi mari au o involuţie mai lungă şi mai complexă, în relaţie directă cu complexitatea lor structurală avută în momentul intrării în atrezie. În stadiu final al atreziei foliculilor cavitari, are loc fibrozarea lor totală, iar cicatricea fibroasă formată poate fi observată în corticala ovariană o perioadă lungă de timp. O parte dintre foliculii cavitari involutivi se pot transforma în chişti.

Producerea de ovocite nu este singura funcţie a ovarului, el având şi rol endocrin asigurând secreţia hormonilor sexuali (estrogeni şi progesteron). Hormonii estrogeni (mai ales estradiolul) sunt sintetizaţi de celule endocrine existente în structura foliculilor ovarieni (celule tecale), în timp ce progesteronul este produs la nivelul corpului galben. Estrogenii influenţează direct dezvoltarea şi funcţionarea organelor tractului genital femel şi de asemenea pe cel al glandelor mamare. Progesteronul controlează intensitatea secreţiei glandelor uterine şi pregăteşte mucoasa uterină pentru instalarea gestaţiei. Activitea secretorie ovarienă controlează activitatea ciclică a mucoasei uterine, prin nivelele celor doi hormoni care înregistrează fluctuaţii ciclice regulate. În faza foliculinică (perioada preovulatorie) este mai mare secreţia de hormoni estrogeni, iar în faza luteală se intensifică rapid sinteza progesteronului la nivelul corpului galben organizat după dehiscenţa foliculară şi rămâne la nivel înalt până când acesta regresează.

Vascularizaţia ovarelor este asigurată de arterele ovariene şi uterine, din care se desprind ramuri ce pătrund în medulară şi se divid într-un număr de vase spiralate, la limita dintre corticală şi medulară. Capilarele limfatice încep în teaca externă a foliculilor, se unesc, formează vase mai mari care trec în medulară şi părăsesc ovarul prin hil.

Fibrele nervoase, în marea lor majoritate amielinice, urmăresc vasele de sânge, inervând stratul lor muscular, iar unele fibre pătrund în corticală şi formează plexuri în jurul foliculilor şi sub epiteliul germinativ.

Formarea corpului galben

După dehiscenţa foliculară, fosta cavitate foliculară se umple treptat cu un lichid serofibrinos coagulat. Cicatrizarea stigmei se face în 1-2 zile. Celulele tecii granuloasa sunt disociate prin edem, se divid, cresc în volum şi se dispun sub formă de cordoane. Ele iau denumirea de celule progestative (celule luteale) şi secretă progesteron. Capilarele sanguine din teaca internă rup membrana foliculară şi se insinuează printre cordoanele de celule progestative, conferind formaţiunii aspect de glandă endocrină. O dată cu capilarele pătrund şi fini trabeculi conjunctivi care ajung până la coagulul central, pe care îl înconjoară. Din capilare pot extravaza hematii, care dau coagulului central un aspect hemoragic. Celulele tecii interne migrează şi ele şi se dispun sub formă de mase triunghiulare (grupuri de 10-15 celule) în spaţiile dintre celulele progestative şi se numesc celule tecale luteinice. Ele continuă să secrete estrogeni şi în perioada de maturare a corpului progestativ. Teaca externă este singura care nu suferă modificări însemnate, ea rămâne în jurul corpului progestativ ca o membrană conjunctivă densă şi bine vascularizată.

Soarta corpului galben este diferită în funcţie de fecundarea sau nefecundarea ovulei. Dacă fecundarea nu are loc formaţiunea se numeşte

corp progestativ şi este activ aproximativ două săptămâni, apoi degenerează, transformându-se într-o formaţiune hialino-fibroasă, numită corp albicans. Dacă ovula este fecundată, formaţiunea se numeşte corp gestativ şi este funcţional până la 5 luni (cu diferenţe în funcţie de specie), după care intră în involuţie devenind şi el corp albicans. Corpul progestativ şi cel gestativ sunt aproape identici din punct de vedere structural, deosebindu-se doar prin mărime şi durata existenţei lor.

Oviductul

Oviductele sunt organe tubulare pereche care fac legătura între ovare şi uter, comunicând prin orificiul anterior cu cavitatea peritoneală iar prin cel posterior cu cavitatea uterină. Ele au rolul de a capta ovocitul în momentul ovulaţiei, de a-l transporta spre locul de întâlnire cu spermatozoidul şi de a-i asigura condiţii optime de supravieţuire şi realizare a fecundaţiei.

Din punct de vedere anatomic, oviductul prezintă patru segmente: *infundibulul, ampula, istmul şi porţiunea intramurală (interstiţială)*. Infundibulul are aspect de pâlnie şi se deschide în cavitatea peritoneală, iar marginile sale prezintă numeroase pliuri (franjuri). Ampula, este segmentul intermediar, dilatat, are pereţi subţiri şi reprezintă aproximativ două treimi din lungimea oviductului. Istmul, dispus în continuarea ampulei, este mai îngust şi se conectează cu uterul. Porţiunea intramurală este segmentul terminal al oviductului, inclus în grosimea peretelui uterin.

Peretele oviductului se îngroaşă către uter, iar lumenul diminuă progresiv. El este format din mucoasă, musculară şi seroasă.

Mucoasa prezintă pliuri caracteristice longitudinale la nivelul ampulei. Acestea se ramifică într-o manieră complexă, astfel că lumenul la acest nivel se aseamănă cu un adevărat labirint. La nivelul istmului, pliurile nu mai prezintă decât rar ramificaţii, iar în porţiunea intramurală pliurile sunt

joase. Epiteliul mucoasei este simplu prismatic şi conţine două tipuri de celule: ciliate şi neciliate. Celulele neciliate au activitate secretorie, furnizând un material nutritiv pentru ovul. Celulele ciliate sunt aşezate în grupuri mici ce alternează cu grupuri de celule neciliate. Zonele cu celule ciliate sunt cele mai numeroase la nivelul infundibulului şi cele mai puţine la nivelul istmului. Mişcarea cililor către uter se crede că joacă un rol important în transportul ovulului în ampulă, către joncţiunea ampulo-istmică (locul cel mai obişnuit pentru fecundare). Înălţimea epiteliului diferă în funcţie de fazele ciclului ovarian, fiind maximă în cursul fazei foliculinice şi minimă în cursul fazei luteale. În timpul gestaţiei epiteliul este scund şi predomină celulele neciliate. Corionul mucoasei este format dintr-un ţesut conjunctiv bogat în fibre elastice. Pe lângă fibrocite şi rare fibroblaste el conţine celule migratorii ca limfocite, plasmocite, monocite. Oviductul nu prezintă musculara mucoasei, corionul fiind aşezat direct pe musculară.

Musculara este alcătuită din celule musculare netede organizate în fascicule orientate în diferite direcţii şi solidarizate între ele prin ţesut conjunctiv lax. Se pot totuşi distinge două straturi musculare, unul intern în care fasciculele sunt orientate preferenţial circular şi unul extern cu fascicule orientate predominant longitudinal. Către uter, musculara se îngroaşă. Contracţia musculaturii generează unde peristaltice ce contribuie la deplasarea ovulului către cavitatea uterină. Peretele oviductului este puternic vascularizat.

Seroasa înveleşte oviductul la exterior şi este formată din ţesut conjunctiv lax, acoperit de celule mezoteliale.

În corion şi în seroasă se află numeroase vase sanguine şi limfatice. Nervii formează plexuri bogate la nivelul seroasei, de unde fibrele nervoase merg să deservească celelalte straturi.

Uterul

Uterul este un organ cavitar format din două segmente iniţiale, numite *coarne uterine,* un segment mijlociu numit *corp* şi un segment terminal numit *col* sau *cervix.*

Peretele uterului este format din trei straturi: la interior mucoasa numită *endometru,* în mijloc musculara numită *miometru* şi la exterior seroasa numită *perimetru.*

Endometrul este o structură puternic hormonodependentă formată din epiteliu şi stromă. Componenta epitelială este reprezentată de epiteliul de suprafaţă şi epiteliul glandular.

Epiteliul de suprafaţă este simplu prismatic, format din celule bazale mici, celule secretorii şi rare celule ciliate.

Glandele uterine sunt glande tubulare simple, formate dintr-un epiteliu simplu prismatic asemănător epiteliului de suprafaţă, cu care se află în relaţii de continuitate. Glandele se pot ramifica înspre capătul lor bazal. Din porţiunea lor profundă (unde au loc numeroase mitoze), se asigură refacerea periodică a componentei glandulare. Sub epiteliu şi printre glandele uterine se găseşte stroma uterină care conţine celule neregulate, stelate cu nucleii mari ovoizi (asemănătoare celulelor mezenchimale). Stroma conţine fibre de reticulină, limfocite, granulocite, macrofage, mastocite.

Endometrul este alcătuit din două zone diferite din punct de vedere funcţional: *zona funcţională* şi *zona bazală.* Zona funcţională ocupă două treimi superficiale, se elimină periodic în timpul menstruaţiei şi este o structură puternic hormono-dependentă. Zona bazală ocupă treimea profundă a endometrului, asigură regenerarea ciclică a acestuia şi nu este hormono-dependentă.

Înainte de pubertate, endometrul este format dintr-un epiteliu simplu cubic, o stromă săracă şi glande tubulare rudimentare. După pubertate, până la menopauză, poate fi diferenţiat în cele două straturi descrise mai sus (bazal şi funcţional). După instalarea menopauzei, endometrul devine atrofic, stroma endometrială compactă, iar glandele pot fi dilatate chistic.

Miometrul este format din trei straturi de celule musculare netede, deşi ele sunt greu de definit datorită prezenţei unor fascicule de interconexiune. Stratul intern este format din celule musculare netede orientate longitudinal. Stratul mijlociu (plexiform), gros, este format din celule musculare netede orientate circular şi oblic, între care se găsesc numeroase vase de sânge cu pereţi subţiri. Stratul extern este format din celule musculare netede orientate longitudinal şi circular. Lungimea celulelor musculare este cuprinsă între 40-90 μm, iar în cursul gestaţiei ele cresc, putând atinge 600 μm şi chiar mai mult. După fătare celulelor musculare revin la lungimea iniţială.

Perimetrul înveleşte uterul şi este o seroasă tipică formată dintr-un singur rând de celule mezoteliale, aşezate pe un strat subţire de ţesut conjunctiv. El se continuă pe fiecare parte a organului cu ligamentele largi.

Vascularizaţia uterului este asigurată de arterele uterine.

Vasele limfatice sunt abundente şi formează plexuri pe toată întinderea straturilor uterine, cu excepţia zonei superficiale a mucoasei.

Fibrele nervoase mielinice intră în mucoasă şi formează un plex sub epiteliu. Fibrele nervoase amielinice deservesc vasele sanguine şi fasciculele musculare.

Cervixul

Cervixul are peretele format dintr-o mucoasă dispusă pe un strat musculo-conjunctiv.

Mucoasa formează şanţuri adânci, complexe, denumite *plici palmate* şi este formată din epiteliu şi corion. Epiteliul mucoasei este format din celule prismatice, secretoare de mucus. Unele dintre celule prezintă cili, care deplasează mucusul înspre vagin. Corionul este un ţesut conjunctiv bogat în celule şi nu conţine artere spiralate. În corion se găsesc glande tubulare ramificate, ce se deschid la suprafaţa epiteliului. Partea cervixului care proemină în vagin este acoperită de un epiteliu stratificat pavimentos necheratinizat. Mucoasa canalului cervical nu se descuamează în timpul menstruaţiei, deşi se produc modificări minime în structura glandelor cervicale. Oricum, în cursul ciclului menstrual apar modificări atât cantitative cât şi calitative ale mucusului cervical.

Stratul musculo-conjunctiv este format din ţesut conjunctiv bogat în colagen, în care celulele musculare apar aranjate sub formă de fascicule neregulate. Stratul extern de celule musculare are dispunere longitudinală şi se continuă la nivelul vaginului.

Vaginul

Vaginul este un conduct fibro-muscular căptuşit de o mucoasă. În condiţii obişnuite este colabat, lumenul său fiind virtual. Pereţii vaginului sunt formaţi din mucoasă, musculară şi adventiţie.

Mucoasa prezintă pliuri transversale şi este formată din epiteliu şi corion. Epiteliul este stratificat pavimentos necheratinizat, dispus pe o membrană bazală. Corionul, format din ţesut conjunctiv dens, conţine numeroase fibre elastice, polimorfonucleare, limfocite şi uneori chiar foliculi limfoizi. În corion se găsesc numeroase vase de sânge, în special vene cu pereţii subţiri. Mucoasa vaginală nu prezintă glande, epiteliul fiind lubrefiat de mucusul provenit de la nivelul cervixului. Structura mucoasei vaginale se află sub influenţă hormonală. Cele mai importante modificări au loc la

nivelul epiteliului stratificat pavimentos necheratinizat. Înainte de pubertate şi după menopauză, epiteliul este subţire. După pubertate, epiteliul răspunde la stimulările estrogenice devenind îngroşat. Celulele din straturile superficiale devin mari şi prezintă în citoplasmă acumulări de glicogen şi lipide.

Musculara este formată din celule musculare netede aşezate în fascicule, printre care se găseşte ţesut conjunctiv bogat în fibre elastice. În partea internă, majoritatea fasciculelor sunt dispuse circular, iar spre exterior, au orientare longitudinală şi se continuă cu miometrul.

Adventiţia este un strat subţire de ţesut conjunctivo-elastic, care se leagă de ţesutul conjunctiv al organelor învecinate. În adventiţie se găsesc numeroase vase sanguine, în special vene.

Glandele mamare

Glandele mamare sunt glande sudoripare modificate, adaptate pentru secreţia laptelui. Ele diferă ca număr, formă şi localizare, în funcţie de specie. La mamifere, glanda mamară este înalt specializată pentru producerea laptelui care constituie singurul aliment pentru nou-născut în prima perioadă de viaţă. Ele sunt glande exocrine (tubulo-alveolare compuse) cu secreţie apocrină (holomerocrină). Sunt prezente la ambele sexe şi se dezvoltă foarte puţin până la pubertate, când dezvoltarea lor este rapidă la femelă (ale masculului nu se mai dezvoltă). Structural, fiecare glandă mamară este formată din ţesut de susţinere şi parenchim.

Ţesutul de susţinere este format din piele, fascia conjunctivă, trabeculi şi stroma intralobulară. La exterior glanda mamară este acoperită de piele, care prezintă glande sebacee şi sudoripare. În dermul pielii se găsesc celule musculare netede, dispuse circular şi radiar. Sub pielea glandei se află o fascie conjunctivă (fascia mamară) care de fapt este o continuare a fasciei

superficiale a peretelui abdominal. Din fascia mamară se desprind trabeculi conjunctivi care pătrund la interior şi compartimentează glanda în *lobi mamari*. Trabeculii conţin o cantitate mare de ţesut adipos. Fiecare lob (glandă mamară elementară) este împărţit la rândul său în *lobuli mamari*, delimitaţi de trabeculi conjunctivi subţiri, ce conţin de asemenea ţesut adipos. Stroma intralobulară este formată din ţesut conjunctiv lax, cu multe celule şi puţine fibre de colagen. Ea este dispusă printre componentele glandulare ale lobulului, iar caracterul lax permite distensia unităţilor secretorii în sarcină şi lactaţie. Stroma intralobulară nu conţine niciodată adipocite.

Parenchimul este reprezentat de *acini glandulari* şi *canale excretorii*.

Acinii au aspect alveolar şi peretele format dintr-un rând de celule epiteliale secretorii, aşezate pe o membrană bazală. Celulele delimitează prin polul lor apical un lumen larg. Între celulele secretorii şi membrana bazală se observă din loc în loc celule mioepiteliale, fusiforme sau stelate care conţin numeroase microfilamente de actină. Celulele mioepiteliale au rol contractil, ajutând la eliminarea secreţiei din acinii mamari. Celulele glandulare secretorii au un aspect variabil în funcţie de starea funcţională a glandei (în repaus, în gestaţie sau în lactaţie).

Canalele excretorii sunt reprezentate prin canale intralobulare, interlobulare şi colectoare. Canalele intralobulare se deschid în canale interlobulare care se unesc şi formează *canalul galactofor*. La vacă, fiecare lob mamar conţine un singur canal galactofor, dar scroafa are 2-3, iapa 2-4, pisica 4-7, căţeaua 8-12 canale. La nivelul mamelonului, canalul galactofor se dilată formând *sinusul galactofor*. În porţiunea iniţială canalele excretoare se aseamănă mult pe secţiune cu acinii, având peretele format dintr-un singur

rând de celule cuboidale. Epiteliul devine apoi bistratificat pentru ca la nivelul sinusurilor galactofore să fie stratificat pavimentos.

În glanda mamară inactivă, canalele sunt principalul ţesut epitelial vizibil. Acinii, dacă sunt prezenţi, au aspectul unor muguri mici. Ţesutul conjunctiv intralobular este dens, abundent şi conţine cantităţi variabile de ţesut adipos.

În cursul primei gestaţii (la primipare), glanda prezintă modificări puternice în scopul pregătirii pentru lactaţie. În prima jumătate a gestaţiei canalele intralobulare suferă o proliferare rapidă, sub influenţa estrogenilor şi formează muguri care se lărgesc devenind alveole (acini). Datorită expansiunii componentelor glandulare, ţesutul conjunctiv intra- şi interlobular se reduce cantitativ. În cursul celei de a doua jumătăţi a gestaţiei, alveolele mamare se lărgesc şi încep să elaboreze un material secretor. La sfârşitul perioadei de gestaţie este secretat un fluid vâscos numit colostru.

După fătare, glandele mamare încep secreţia activă de lapte. Mulţi acini devin dilataţi, datorită acumulării de lapte în lumenul lor, iar epiteliul acinar este scund (turtit). Alţi acini se află în repaus şi prezintă celule acinare relativ înalte şi lumen îngust. Un număr mare de acini se află în stadii funcţionale intermediare, faţă de cele două situaţii prezentate anterior. În felul acesta, deşi activitatea secretorie a celulelor alveolare mamare este ciclică, secreţia glandei este continuă.

Procesul secretor pare a fi parţial merocrin şi parţial apocrin. Proteinele laptelui sunt sintetizate de reticulul endoplasmic granular al celulelor acinare şi condensate în vacuole mici la nivelul cisternelor complexului Golgi. Aceste vacuole se desprind sub formă de macrovezicule, se deplasează spre citoplasma apicală, unde sunt eliberate prin exocitoză,

adică prin mecanism merocrin. Lipidele laptelui sunt eliberate prin mecanism apocrin.

După încetarea lactaţiei, glanda mamară suferă modificări regresive revenind la starea de repaus.

Vascularizaţia glandei mamare este asigurată de vase de sânge care intră în glandă din surse diferite, se ramifică la nivelul stromei şi se termină printr-un plex capilar bogat, în jurul acinilor.

Inervaţia este asigurată de fibre nervoase care intră pe la nivelul ţesutului conjunctiv interlobular şi formează plexuri delicate în jurul alveolelor mamare.

ORGANELE DE SIMŢ

Analizatorii sunt unităţi morfofuncţionale nervoase alcătuite dintr-un segment periferic (receptor), un segment de conducere (intermediar) şi un segment central (scoarţa cerebrală). Segmentele periferice ale analizatorilor furnizează informaţii cu privire la mediul extern şi poartă numele de exteroceptori. Ei se află înglobaţi în organele de simţ (ochiul, urechea, mucoasa olfactivă, mugurele gustativ şi pielea).

Ochiul

Ochiul este un organ de simţ complex, alcătuit din două părţi principale: globul ocular şi mediile transparente. Globul ocular este alcătuit din trei straturi dispuse concentric: învelişul extern, învelişul mijlociu şi învelişul intern.

Învelişul extern al globului ocular este format din scleră (în părţile lui posterioare şi laterale) şi cornee (în partea anterioară).

Sclera este o membrană conjunctivă formată din ţesut conjunctiv dens, în care fibrele de colagen sunt dispuse în fascicule groase, care se intersectează unele cu altele.

Corneea este o membrană transparentă care formează porţiunea anterioară a tunicii externe. Din punct de vedere anatomic, ea cuprinde două zone: *corneea propriu-zisă* şi *limbul sclerocorneean*. Corneea propriu-zisă este formată dintr-un ţesut propriu de natură conjunctivă, acoperit pe ambele feţe (externă şi internă) de epiteliu. Acest ţesut este alcătuit dintr-un număr mare de lame conjunctive (40-60), formate din fibre de colagen dispuse paralel cu suprafaţa corneei. Epiteliul anterior, stratificat pavimentos necheratinizat (5-6 straturi celulare) este dispus pe o membrană bazală foarte groasă (7-12 μm), numită membrana Bowman. Epiteliul posterior este

format din celule cubice dispuse într-un singur strat pe o membrană bazală de asemenea groasă (5-7 μm), numită membrana Descemet.

Învelişul mijlociu (*uveea),* este format din coroidă, corpul ciliar şi iris.

Coroida este formată din patru straturi: epicoroida, stratul vascular, stratul coriocapilar şi lamina elastică.

Epicoroida, stratul cel mai extern al coroidei, este formată din fibre de colagen şi fibre elastice, dispuse în lamele, cu aspect de reţea. Epicoroida nu conţine vase de sânge.

Stratul vascular conţine o stromă formată din fibre de colagen şi fibre elastice în care se găsesc numeroase vase de sânge, celule conjunctive obişnuite şi un număr însemnat de celule pigmentare.

Stratul coriocapilar conţine o stromă conjunctivă ce include fibre de colagen, fibre elastice şi numeroase celule conjunctive, în care se află o reţea de capilare. El este considerat suportul nutritiv al straturilor externe ale retinei.

Lamina elastică (*membrana lui Bruch),* este o membrană acelulară, cu o grosime de 1-2 μm, situată între stratul coriocapilar şi stratul pigmentar al retinei.

Corpul ciliar se găseşte în prelungirea coroidei şi este format din muşchiul ciliar şi procesele ciliare. Muşchiul ciliar, este format dintr-un inel de celule musculare netede, situat la baza irisului. Prin contracţia lui, el joacă un rol important în fenomenele de acomodare ale cristalinului. Procesele ciliare sunt alcătuite din cute ale membranei vasculare, acoperite de epiteliu bistratificat pigmentar, asemănător cu cel al irisului. Ele au rolul de a secreta umoarea apoasă, care umple camera anterioară şi posterioară a ochiului.

Irisul este o membrană prevăzută cu un orificiu central (pupila). El funcţionează ca o diafragmă, având rolul de a regla cantitatea de lumină ce trece înspre retină. Irisul este format dintr-un ţesut conjunctiv (stroma irisului), în care se găsesc celule pigmentare şi celule musculare netede, tapetat de un epiteliu anterior (simplu) şi unul posterior (pigmentat), ce se continuă cu epiteliul proceselor ciliare.

Învelişul intern al globului ocular este reprezentat de retină (membrana fotoreceptoare a ochiului).

Retina este formată din două porţiuni: *retina vizuală* (cu rol fotoreceptor), ce se întinde de la papila nervului optic până la ora serata (anterior) şi *retina oarbă* (fără rol fotoreceptor), ce tapetează posterior irisul şi procesele ciliare. În partea posterioară a retinei vizuale se află *pata galbenă* sau *macula lutea,* ce prezintă o mică depresiune, *foveea centralis,* care este regiunea cu cea mai mare acuitate vizuală.

Retina este alcătuită din următoarele tipuri de celule: celule pigmentare, celule fotoreceptoare, celule nervoase (celulele bipolare, celule ganglionare, celule orizontale şi celule amacrine), celule de susţinere (astrocite şi celule Muller).

Celulele fotoreceptoare sunt celule nervoase alcătuite din pericarion şi două prelungiri. Prelungirea externă, cu rol de dendrită, are formă de con sau bastonaş. Prelungirea internă are semnificaţie de axon şi se termină printr-o porţiune ramificată ce formează sinapse cu dendritele celulelor bipolare, în stratul plexiform extern.

Celulele bipolare prezintă o prelungire dendritică ce face sinapsă fie cu axonul unei celule cu con, fie cu axonii mai multor celule cu bastonaş şi o prelungire axonică ce face sinapsă în stratul plexiform intern cu o celulă ganglionară.

Celulele ganglionare sunt neuroni multipolari (de aproximativ 20-30 μm) cu nuclei clari, rotunzi, ai căror axoni formează fibrele optice (amielinice), ce se constituie în nervul optic, după ce părăsesc retina.

Celulele orizontale şi *celulele amacrine* sunt neuroni ale căror prelungiri se interpun între celulele fotoreceptoare şi celulele bipolare (celulele orizontale), între celulele bipolare şi celulele ganglionare (celulele amacrine), cu rolul de a modula transmiterea impulsurilor nervoase.

Celulele Muller sunt celule de susţinere ale retinei, care participă la formarea membranei limitante externe; au rolul de susţinere şi rol trofic asemănător celulelor gliale.

Prin metode histologice clasice de colorare, retina vizuală apare formată din zece straturi, care dinspre coroidă înspre interiorul globului ocular sunt: stratul pigmentar, stratul conurilor şi bastonaşelor, membrana limitantă externă, stratul granular extern, stratul plexiform extern, stratul granular intern, stratul plexiform intern, stratul celulelor ganglionare, stratul fibrelor nervului optic şi membrana limitantă internă.

Stratul pigmentar alcătuit din celule poliedrice dispuse pe un singur rând, cu prelungiri în formă de franjuri, ce se interpun printre conurile şi bastonaşele celulelor vizuale. În corpul celulelor precum şi în prelungirile lor există granule de pigment.

Stratul conurilor şi bastonaşelor, este alcătuit din segmentele externe (dendritice) ale celulelor vizuale cu conuri şi bastonaşe. Celulele vizuale cu conuri şi bastonaşe, sunt înalt specializate pentru transformarea energiei radiante în impulsuri nervoase.

Membrana limitantă externă, este o falsă membrană deoarece reprezintă o zonă de joncţiuni între prelungirile celulelor de suport Muller.

Stratul granular extern, este format din 5-10 rânduri de nuclei ai celulelor cu conuri şi bastonaşe. Nucleii situaţi mai extern sunt ai celulelor cu conuri (foarte numeroşi la nivelul foveei centralis) iar cei situaţi mai intern sunt ai celulelor cu bastonaşe. Între cele două tipuri de nuclei, nu există caractere care să-i distingă morfologic.

Stratul plexiform extern cuprinde prelungirile şi sinapsele dintre celulele fotoreceptoare cu conuri şi bastonaşe şi neuronii bipolari din stratul şase.

Stratul granular intern, format din nucleii celulelor nervoase bipolare (dispuse pe mai multe rânduri), nucleii celulelor nervoase orizontale, nucleii celulelor amacrine şi nucleii celulelor de susţinere.

Stratul plexiform intern cuprinde fibre şi sinapsele dintre axonii celulelor bipolare din stratul granular extern şi dendritele celulelor multipolare.

Stratul celulelor ganglionare conţine 1-2 rânduri de neuroni multipolari şi nevroglii.

Stratul fibrelor nervului optic este format din prelungirile axonice ale celulelor ganglionare, care trec prin papila optică şi intră în nervul optic.

Membrana limitantă internă este o membrană bazală situată la interfaţa dintre retină şi corpul vitros.

Mediile transparente ale ochiului sunt reprezentate de: *cornee, umoarea apoasă, cristalinul* şi *corpul vitros*. După ce străbat mediile transparente, razele luminoase ajung la nivelul retinei, unde stimulează celulele fotoreceptoare. Bastonaşele prezintă o acuitate vizuală mai redusă şi au rol în vederea nocturnă. Conurile au o acuitate vizuală mare şi sunt receptorii vederii diurne şi cromatice. În zona cu acuitate vizuală maximă (fovea centralis) există exclusiv celule cu conuri.

Urechea

Urechea este un organ complex care adăposteşte organul auditiv (analizatorul auditiv) şi organul echilibrului. Ea este constituită din trei componente majore: *urechea externă* (captează vibraţiile aerului), *urechea medie* (transmite aceste vibraţii spre receptorul auditiv) şi *urechea internă (* transformă vibraţiile în impulsuri nervoase specifice).

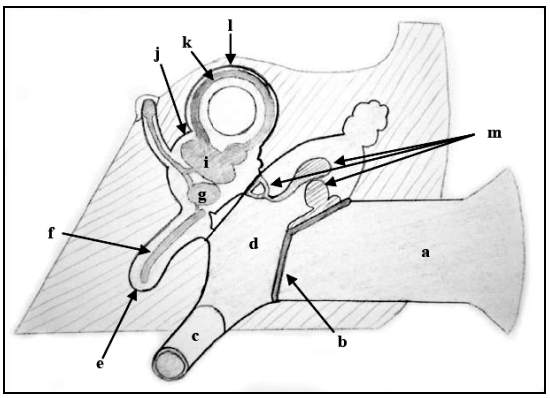

Fig. 12. Structura urechii: (a) meat auditiv extren, (b) membrană timpanică, (c) ductul lui Eustachio, (d) cavitatea urechii medii, (e) cohlea, (f) duct cohlear drept, (g) sacula, (i) utricula, (j) vestibul, (k) duct semicircular, (l) canal semicircular, (m) oscioarele urechii medii.

Urechea externă este formată din pavilionul urechii şi conductul auditiv extern. Pavilionul urechii este format dintr-un schelet cartilaginos elastic, acoperit de piele, iar în unele zone se interpun mici muşchi striaţi. La unele animale muşchii sunt mai dezvoltaţi şi prin intermediul lor se pot executa mişcări marcante ale pavilionului.

Conductul auditiv extern se întinde de la pavilionul urechii până la urechea mijlocie, de care este despărţit prin *timpan*. El este căptuşit de piele care în jumătatea externă a conductului conţine fire de păr şi glande

sudoripare modificate, numite glande ceruminoase. Canalul excretor al glandelor ceruminoase se deschide de obicei în teaca foliculului pilos apropiat, împreună cu canalul glandei sebacee, anexată firului respectiv.

Urechea medie este o cavitate plină cu aer numită casa timpanului, dispusă în osul temporal. Ea comunică cu rinofaringele prin intermediul unui conduct, numit trompa lui Eustachio. Peretele lateral al casei timpanului este constituit de membrana timpanică, iar peretele median de urechea internă. Epiteliul care căptuşeşte cavitatea şi fiecare structură pe care o conţine, este pavimentos sau cubic, scund (pe majoritatea suprafeţei), fiind prismatic ciliat doar la locul de deschidere al tubei auditive.

Timpanul este format din membrana propriu-zisă (alcătuită din ţesut conjunctiv), căptuşită pe partea externă de epiteliu stratificat pavimentos şi pe cea internă de epiteliu simplu cubic.

Vibraţiile membranei timpanice sunt transmise urechii interne prin intermediul a trei oscioare: *ciocanul, nicovala* şi *scăriţa*. Ciocanul este ataşat la membrana timpanică, iar capul lui se articulează pe corpul nicovalei. Nicovala se articulează mai departe cu capul scăriţei, care prin baza ei se fixează cu ajutorul unui arc de fibre elastice, la fereastra ovală. Oscioarele auditive sunt alcătuite din ţesut osos compact, fiind solidarizate de pereţii timpanului prin intermediul a doi muşchi striaţi, cu acţiune antagonică (muşchiul tensor al timpanului şi muşchiul scăriţei). Rolul acestor muşchi este de a proteja urechea internă de vibraţiile cu frecvenţă prea mare.

Fereastra ovală din peretele median al casei timpanului, pe care se aşează talpa scăriţei, separă cavitatea timpanică de perilimfa din rampa vestibulară a cochleei. Astfel, vibraţiile membranei timpanice sunt transmise, prin lanţul format din cele trei oscioare, la perilimfa din urechea internă.

Urechea internă este o formaţiune foarte complicată situată în stânca osului temporal, care cuprinde organul auditiv (melcul) şi organul echilibrului (sacula, utricula şi canalele semicirculare). Toate aceste formaţiuni sunt cuprinse într-un ansamblu de cavităţi osoase, care constituie *labirintul osos.*

Labirintul osos este căptuşit pe dinăuntru de *labirintul membranos.* Ambele cavităţi sunt umplute cu lichid. Lichidul care umple spaţiul dintre labirintul osos şi cel membranos se numeşte *perilimfă,* iar cel din interiorul labirintului membranos, *endolimfă.*

Organul echilibrului. În saculă, utriculă şi dilataţiile (ampulele) canalelor semicirculare se găsesc elementele senzoriale ale organului echilibrului. Cele din saculă şi utriculă, formează aşa numitele *macule* (pete acustice, aparate otolitice), iar cele din ampulele canalelor semicirculare formează *crestele acustice*. Cele două tipuri de formaţiuni prezintă un epiteliu înalt, alcătuit din celule senzoriale ciliate, între care se găsesc celule de susţinere. Epiteliul este aşezat pe un strat de ţesut conjunctiv, care în crestele acustice ia aspect de creastă. Epiteliul acestor formaţiuni senzoriale este acoperit de un strat de substanţă mucoasă, mult mai gros la nivelul crestelor acustice. În această substanţă, la macule, se găseşte un nisip fin, format din grăuncioare de carbonat de calciu, numite otolite. Otolitele din acest lichid impresionează celulele senzoriale la fiecare mişcare a capului. De la celulele senzoriale, impulsurile ajung la ganglionul vestibular a lui Scarpa, de unde apoi sunt conduse la sistemul nervos central prin nervul vestibular, care aduce astfel informaţii cu privire la poziţia în spaţiu a capului şi corpului.

Organul auzului este adăpostit în porţiunea de labirint numită melc. Aceasta este o formaţiune osoasă desfăşurată sub forma unei spirale

care parcurge două ture şi jumătate în jurul unui stâlp osos numit *columelă*. În marginea acestei columele se găseşte o bandă de ţesut nervos care alcătuieşte ganglionul spiralat a lui Corti.

Melcul membranos (canalul cochlear) şi toate formaţiunile care se găsesc în el, inclusiv organul lui Corti, sunt de asemenea dispuse spiralat.

Periostul melcului osos se îngroaşă zonal şi formează ligamentul spiral, de care este ataşată o membrană numită membrana bazilară. O membrană secundară numită membrana vestibulară Reissner se desprinde de la nivelul laminei spirale, fiind orientată de-a curmezişul (oblic faţă de membrana bazilară), către peretele extern al cochleei osoase. Cele două membrane care traversează canalului spiral de la un perete la altul, delimitează trei cavităţi: *rampă vestibulară (*cavitatea superioară), *rampă timpanică* (cavitatea inferioară) şi *canalul cochlear* (cavitatea intermediară). Pereţii osoşi ai rampelor vestibulare şi timpanice sunt căptuşiţi de un epiteliu simplu pavimentos, iar în cele două cavităţi se găseşte perilimfă. Canalul cochlear este căptuşit de un epiteliu care variază în funcţie de localizare. Epiteliul de la nivelul membranei vestibulare este pavimentos şi uneori pigmentat. Lateral, epiteliul este prismatic, scund, aşezat pe un ţesut conjunctiv care conţine multe capilare. Capilarele din corion pătrund în epiteliu printre celulele epiteliale (este singurul epiteliu vascularizat din organism). Această regiune, denumită *stria vasculară,* este considerată a fi locul de secreţie al endolimfei. Epiteliul de la suprafaţa membranei bazilare este înalt specializat şi formează *organul lui Corti*.

Organul lui Corti este format din celule de susţinere şi celule receptoare. Celulele de susţinere sunt înalte, prismatice. Celulele epiteliului senzorial se dispun de o parte şi alta a unui spaţiu triunghiular pe secţiune,

numit *tunelul lui Corti*, care este delimitat bazal de *membrana bazilară*, iar pe părţile laterale de celule de susţinere înalte, numite *stâlpii lui Corti.*

Celulele auditive se împart în celule auditive interne şi celule auditive externe (în raport cu poziţia lor faţă de tunelul lui Corti). Celulele auditive interne sunt aşezate într-un singur şir, iar celulele auditive externe sunt dispuse într-un număr variabil de şiruri, în funcţie de regiunea melcului (3, 4, 5). Celulele auditive ocupă partea superioară a epiteliului, nu ajung la membrana bazală, ci se sprijină pe celulele de susţinere. La polul apical celulele auditive sunt prevăzute cu stereocili.

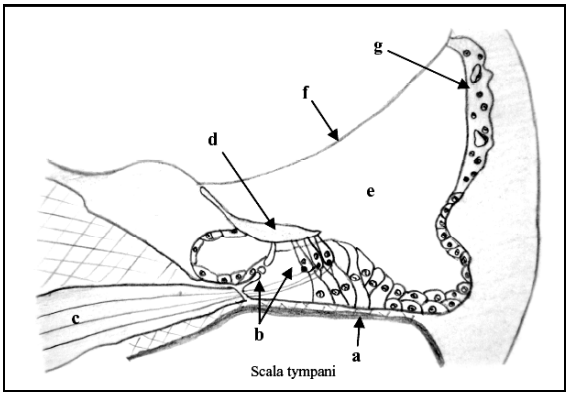

Fig. 13. Ductul cohlear – receptorul acustic aparţinător labirintului membranos din urechea internă: (a) membrana bazilară, (b) celulele cu peri, (c) fibre nervoase din nervul cranial VIII, (d) membrana tectoria, (e) duct cohlear, (f) membrana vestibulară, (g) stria vasculară.

Celulele de susţinere pot fi împărţite în două grupe: interne şi externe, în funcţie de poziţia faţă de tunelul Corti.

Celulele de susţinere interne sunt reprezentate de *celulele marginale* şi *celulele falangiene,* iar cele externe de *celulele Deiters, celulele lui Hensen* şi *celulele lui Claudius.*

Membrana tectoria este o bandă gelatinoasă, care se întinde peste organul Corti, de la creasta spirală, până la celulele Hensen.

Undele sonore sunt captate de urechea externă şi conduse până la membrana timpanică, care le transformă în vibraţii. Aceste vibraţii sunt transmise prin cele trei oscioare, către membrana ferestrei ovale, producând vibraţii ale perilimfei de la nivelul vestibulului şi vibraţii ale perilimfei din rampa vestibulară şi apoi din rampa timpanică. În cursul acestor mişcări ale perilimfei, sunt induse mişcări ale membranei bazilare şi astfel, se creează forţe între stereocilii celulelor receptoare şi membrana tectoria.

Pielea

Pielea are un rol *protector* faţă de agenţii nocivi externi (prima barieră de apărare), precum şi funcţii legate de *termoreglare*, fiind în acelaşi timp *organ de simţ* pentru sensibilitatea tactilă, termică şi dureroasă. Din punct de vedere structural, pielea este alcătuită din trei straturi: epiderm, derm şi hipoderm. Aceste straturi diferă ca grosime, în funcţie de zonă.

Epidermul este un epiteliu stratificat pavimentos cheratinizat, alcătuit în principal din patru tipuri de celule: cheratinocite, melanocite, celule Langerhans şi celule Merkel.

Cheratinocitele reprezintă 80% din populaţia celulară a epidermului, fiind dispuse în toată grosimea acestuia (în toate straturile). Funcţia principală a cheratinocitelor este sinteza şi stocarea cheratinei (o scleroproteină cu rol de susţinere şi protecţie).

Melanocitele sunt celule care sintetizează melanina, ce este stocată intracitoplasmatic în vezicule numite melanozomi. Melanocitele au un corp celular rotund localizat printre cheratinocitele stratului bazal, de la care

pornesc prelungiri citoplasmatice care se insinuează printre cheratinocite, însă fără a forma joncţiuni cu acestea.

Celulele Langerhans, reprezintă aproximativ 2-8% din populaţia de celule a epidermului şi aparţin sistemului monocito-macrofagic. Ele sunt localizate în straturile spinos şi granulos, au formă stelată, citoplasmă cu aspect palid şi nucleu de formă neregulată. Ele sunt celule prezentatoare de antigene şi nu formează joncţiuni cu cheratinocitele.

Celulele Merkel se găsesc printre celulele stratului bazal al epidermului. Ele au formă neregulată şi prezintă prelungiri citoplasmatice, care pătrund printre cheratinocitele stratului spinos, de care se leagă prin desmozomi. Nucleul lor este mare, palid, iar la nivelul citoplasmei sunt bine reprezentate organite şi granule electronodense, care conţin neurotransmiţători (catecolamine) şi substanţe bioactive (serotonina, metencefalina). Ele sunt implicate în eliberarea de neurotransmiţători şi factori neurotrofici spre terminaţiunile nervoase, eliberarea substanţelor bioactive în vasele de sânge sau în ţesutul conjunctiv şi stimularea proliferării şi diferenţierii normale a cheratinocitelor.

Celulele epidermului sunt dispuse pe mai multe straturi, care dinspre profunzime spre suprafaţă sunt: stratul bazal, stratul spinos, stratul granulos, stratul lucidum şi stratul cornos.

Stratul bazal este alcătuit dintr-un rând de cheratinocite cubo-prismatice, dispuse pe membrana bazală, printre care se află melanocite. Celulele acestui strat se divid activ asigurând regenerarea epidermului, care se reface periodic, la 26-28 zile. Celulele bazale au citoplasma bazofilă, iar nucleul lor voluminos, orientat în axul lung al celulei, prezintă 1-2 nucleoli proeminenţi.

Stratul spinos este alcătuit din 5-20 de rânduri de cheratinocite poliedrice printre care, în straturile inferioare pot fi dispuse melanocite, iar în straturile superioare celule Langerhans. Cheratinocitele acestui strat au nucleu mare, dispus central, sferic, cu 1-2 nucleoli. Citoplasma lor este bazofilă, conţine organite comune, iar tonofilamentele de cheratină sunt grupate în fascicule de tonofibrile, care se inseră pe plăcile intracitoplasmatice ale desmozomilor. Fiecare celulă prezintă sute de desmozomi, cu rol în adeziunea celulară. În microscopia optică, desmozomii au aspectul de spini, de unde şi denumirea de strat spinos. Cheratinocitele din straturile superficiale, prezintă organite denumite cheratinozomi delimitaţi de membrane, cu structură internă lamelară şi un diametru de aproximativ 0,3 µm. Cheratinozomii sunt lizozomi, ai căror conţinut va fi exocitat în spaţiile intercelulare, în legătură cu procesul de cheratinogeneză.

Stratul granulos este alcătuit din 3-5 rânduri de celule turtite, cu axul lung paralel cu membrana bazală, cu nucleii heterocromatici, picnotici. Citoplasma lor conţine organite comune (mitocondrii, ribozomi abundenţi), numeroşi cheratinozomi dispuşi la periferia citoplasmei, fascicule groase de tonofibrile şi granule bazofile de cheratohialin.

Stratul lucid apare la pielea mai groasă şi este alcătuit dintr-un rând de celule turtite, anucleate, acidofile, ale căror limite nu se disting Citoplasma lor conţine cheratohialin, localizat printre tonofibrile. Organitele celulare lipsesc, iar membrana celulară este mult îngroşată.

Stratul cornos este alcătuit din celule complet diferenţiate, aplatizate, alungite (de aproximativ 30 µm lungime), anucleate, fără organite celulare. Celulele suferă un proces intens de deshidratare, au membranele plasmatice îngroşate şi sunt solidarizate printr-o substanţă intercelulară cu origine în cheratinozomi. Aceasta protejează celulele de acţiunea factorilor mecanici şi

de asemenea face ca stratul cornos să prevină pierderile de lichide. Celulele cornoase superficiale se descuamează treptat, sub forma unor agregate de celule (scuame).

Dermul este o structură conjunctivă, dispusă sub epiderm şi conţine anexele pielii, vase şi nervi. În structura sa se deosebesc două zone: dermul superficial şi dermul profund.

Dermul superficial este constituit din ţesut conjunctiv lax, bogat vascularizat şi inervat. Celulele de la acest nivel sunt reprezentate de fibroblaste, fibrocite, macrofage, leucocite. Fiind situat imediat sub membrana bazală a epidermului, el participă la realizarea papilelor dermice.

Dermul profund este constituit din ţesut conjunctiv dens neorientat cu un conţinut bogat în fibre, dar sărac în celule. Fibrele de colagen, organizate în fascicule groase, conferă dermului rezistenţă. Fibrele elastice, dispuse ca o reţea bogată, conferă dermului elasticitate şi supleţe. Fibrele de reticulină, situate profund, sunt de asemenea numeroase. Reţeaua vasculară sanguină şi limfatică este bogată. La acest nivel se găsesc multe anastomoze arteriovenoase, cu rol în termoreglare. Fibrele nervoase (de origine simpatică), numeroase, formează reţele libere sau participă la realizarea corpusculilor senzitivi încapsulaţi (Meissner), în dermul papilar.

Hipodermul (ţesutul conjunctiv subcutanat) este constituit din ţesut conjunctiv lax. La nivelul său există: numeroase adipocite dispuse în paniculi adipoşi, vase de sânge, nervi, corpusculi senzitivi Vater Pacini, glande sudoripare, precum şi porţiunea profundă a foliculilor piloşi.

Anexele pielii

Anexele pielii sunt formaţiuni specializate care participă într-un fel sau altul la protecţia acesteia. În această categorie intră fanerele şi glandele pielii.

Fanerele sunt formaţiuni situate la exteriorul pielii şi exercită un rol de protecţie pentru aceasta. Ele sunt reprezentate de păr, unghii, gheare, copite, coarne, pene etc.

Părul cuprinde o parte vizibilă la suprafaţa pielii numită tijă şi un complex de structuri situate profund în derm, care constituie foliculul pilos.

Tija firului de păr se continuă în profunzimea pielii cu rădăcina, care se termină cu o porţiune mai îngroşată, numită bulb. În zona inferioară a bulbului se află o escavaţie în care pătrunde un ţesut conjunctivo-vascular ce alcătuieşte papila firului de păr. Tija firului de păr este formată din trei straturi concentrice: medulara, corticala şi epidermicula.

Medulara formează axa centrală a firului de păr şi este formată din două sau trei straturi de celule cuboidale cornificate, care sunt separate parţial prin spaţii pline cu aer. Celulele medularei se diferenţiază din celulele situate în vârful papilei dermice.

Corticala, partea cea mai voluminoasă a părului, este formată din câteva straturi de celule lungi, turtite cu aspect de fus, în care cheratina este mai dură ca la celulele medularei.

Epidermicula este formată dintr-un strat de celule turtite, cornificate şi transparente. Ele sunt aşezate ca ţiglele pe acoperiş, privind cu marginea liberă spre vârful părului.

Foliculul pilos înveleşte rădăcina firului de păr, fiind alcătuit din trei teci dispuse concentric: teaca epitelială internă, teaca epitelială externă şi teaca conjunctivo-fibroasă.

Teaca epitelială internă se întinde de la bulbul părului până la gâtul glandei sebacee şi este formată din trei straturi dispuse concentric. Stratul cel mai intern este format dintr-un singur rând de celule foarte turtite, îmbinate ca ţiglele pe acoperiş, dar în sens invers faţă de cele ale epidermiculei (cu vârful în jos). Stratul mijlociu (stratul lui Huxley) este alcătuit din 1-3 rânduri de celule poliedrice, iar stratul extern (stratul lui Henle) este alcătuit dintr-un singur rând de celule poliedrice, adesea discontinuu.

Teaca epitelială externă, este de origine epidermală, fiind mai bine reprezentată la gâtul foliculului pilos, pentru ca ea să se subţieze spre baza papilei firului de păr.

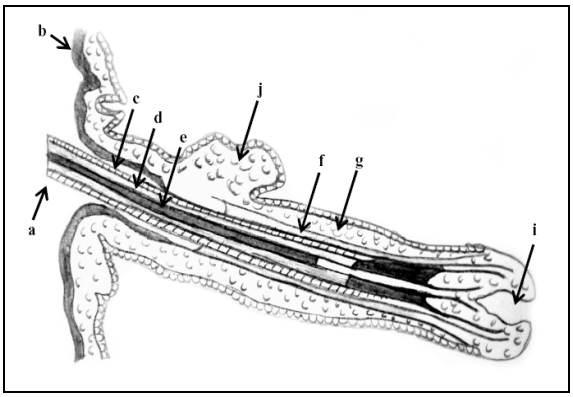

Fig. 14. Structura foliculului pilos: (a) tija firului de păr, (b) epiderm, (c) cuticula, (d) cortex, (e) medulară, (f) teaca interna, (g) teaca externă, (i) papila, (j) glandă sebacee.

Teaca conjunctivo-fibroasă, provine dintr-o condensare a ţesutului conjunctiv din derm, fiind bogat vascularizată şi inervată.

Muşchii ridicători ai firului de păr sunt alcătuiţi din celule musculare netede, ce se prind cu un capăt la nivelul tecii fibroase a firului de păr, iar cu celălalt capăt la nivelul joncţiunii dermoepidermice. Contracţia lor determină reflexul de piloerecţie, ce poate fi declanşat de diferiţi stimuli (frig, emoţii).

Glandele pielii sunt de două tipuri: sebacee şi sudoripare.

Glandele sebacee sunt glande anexate firului de păr, cu excepţia glandelor Meibomius din pleoape şi a glandelor Tisson de la nivelul glandului penisului care se deschid liber la suprafaţa pielii. Sunt glande simple sau compuse, ce se dispun în jurul gâtului foliculului pilos. La exterior, glandele au o membrană bazală învelită de ţesut conjunctiv elastic, pe care sunt dispuse celulele bazale cubice, într-un singur rând. Spre interiorul glandei, celulele sunt de dimensiuni mai mari, au nucleul mare, situat central, iar citoplasma are aspect vezicular. Celulele din centrul glandei au nucleii pe cale de degenerare, sunt de dimensiuni foarte mari, iar în final se vor dezintegra, eliberarea produsului de secreţie realizându-se printr-un mecanism holocrin.

Un folicul pilos împreună cu glandele sebacee anexate lui şi cu muşchii ridicători ai firului de păr, formează *aparatul pilosebaceu*.

Glandele sudoripare, au originea în mugurii epidermali, care se invaginează în derm şi hipoderm. Sunt glande tubuloglomerulare lungi, care prezintă: o porţiune secretorie sau adenomerul, de formă încolăcită sau glomerulară, situată profund în derm sau în hipoderm şi o porţiune excretorie, dreaptă, ce străbate dermul şi epidermul.

Porţiunea secretorie este alcătuită din celule de formă prismatică, printre care se află dispuse celule mioepiteliale, ce formează un strat discontinuu la exterior. Celulele glandulare dispuse pe o membrană bazală, sunt de două tipuri: întunecate şi clare. Celulele întunecate sau mucoide conţin în citoplasmă numeroase granule de secreţie, al căror conţinut este eliberat la polul apical al celulelor prin mecanism merocrin, constituind componenta mucoasă a secreţiei sudorale. Celulele clare conţin în citoplasmă organite comune şi o mare cantitate de glicogen, dar nu conţin granule de

secreţie. Funcţia lor este de a elabora componenta apoasă care, împreună cu produsul de secreţie al celulelor întunecate, constituie secreţia sudorală.

Porţiunea excretorie are un segment intradermic numit canal sudoripar şi un traiect intraepidermic (traiectul sudoripar). Canalul sudoripar este tapetat de epiteliu bistratificat cubic. Traiectul sudoripar, săpat printre celulele epidermului (fără pereţi proprii), se deschide la suprafaţa pielii printr-un por sudoripar.

Receptorii nervoşi din piele

Rolul protector al pielii nu constă numai în rezistenţa mecanică faţă de agenţii nocivi, ci şi în capacitatea de a declanşa acţiuni reflexe şi de a recepţiona stimuli, care sunt transmişi la nivel central. Receptorii nervoşi ai pielii se găsesc în epiderm, derm şi hipoderm.

În epiderm terminaţiunile nervoase se găsesc sub două forme: reţele bogate de fibre amielinice care ajung până la stratul granular şi meniscuri epiteliale, formate dintr-o reţea fină de fibrile nervoase, cunoscute sub numele de corpusculii lui Dogiel sau meniscurile lui Merkel.

În derm nu există terminaţii nervoase decât în pătura subepidermică. Ele pot fi libere sau încapsulate. Terminaţiile libere se prezintă ca fibre nervoase terminate în *buton*. Cele încapsulate sunt reprezentate de *corpusculii Meissner,* structuri alungite (10-100 μm lungime) ce se găsesc în papilele dermice. Ei sunt formaţi din ţesut conjunctiv capsular, care înconjoară terminaţii nervoase şi se continuă cu endonervul fibrei nervoase. Sunt receptori pentru simţul tactil.

În hipoderm, terminaţiile nervoase încapsulate sunt reprezentate de *corpusculii Vater-Pacini*. Ei au o formă ovală, sunt mari (până la 2 mm lungime) şi alcătuiţi din lamele conjunctive concentrice, separate prin spaţii

fine şi o fibră nervoasă nemielinizată dispusă în lungul axului lor. În secţiune transversală, straturile concentrice de ţesut conjunctiv au aspectul foiţelor de ceapă. Sunt receptori pentru presiune.

Mucoasa olfactivă

Mucoasă olfactivă se află pe tavanul fiecărei cavităţi nazale şi la nivelul cornetului nazal superior Ea conţine segmentele receptoare ale mirosului (segmentul periferic al analizatorului olfactiv). Mucoasa olfactivă este formată din epiteliu şi corion.

Epiteliul olfactiv este pseudostratificat prismatic, lipsit de celule caliciforme şi nu are o membrană bazală distinctă. El este foarte înalt (aproximativ 60 μm) şi conţine trei tipuri de celule: celule olfactive, celule de susţinere şi celule bazale.

Celulele olfactive (senzoriale), sunt neuroni bipolari ce prezintă un corp celular de la care pornesc două prelungiri: una apicală şi una bazală. Prelungirea apicală, de tip dendritic, se termină printr-o dilataţie numită veziculă olfactivă care prezintă 6-10 cili olfactivi. Cilii olfactivi sunt lungi, imobili şi au rol de receptori ai stimulilor olfactivi. Prelungirea bazală, de tip axonic, se îngustează, traversează membrana bazală şi pătrunde în corion. La acest nivel, prelungirile nervoase ale celulelor olfactive se grupează în fascicule şi formează nervii olfactivi.

Celulele de susţinere sunt înalte, subţiri, prismatice, ceva mai largi la vârf şi mai înguste la bază. Nucleii sunt sferici, situaţi central în celule şi formează un rând aşezat mai superficial decât nucleii celulelor senzitive. La polul apical celulele prezintă mulţi microvili subţiri care proemină în stratul subţire de mucus de la suprafaţă. Celulele de susţinere stabilesc complexe joncţionale cu celulele senzitive adiacente. În citoplasma din jurul nucleului,

sunt prezente mitocondrii, un abundent reticul endoplasmic neted şi rugos, precum şi corpi multiveziculari.

Celulele bazale, mici, conice, cu nuclei ovoizi, heterocromatici sunt dispuse pe membrana bazală. Ele sunt celule de rezervă (stem), capabile de diviziune şi diferenţiere, spre celule de susţinere.

Corionul mucoasei olfactive este constituit din ţesut conjunctiv lax, ce aderă în partea lui profundă la periostul etmoidului. În corion se găsesc glande tubuloacinoase de tip seros, numite glandele Bowman, plexuri nervoase şi limfatice, precum şi numeroase vase de sânge. Secreţia seroasă a glandelor Bowman, este condusă la suprafaţă, prin canale excretorii înguste. Rolul acesteia este de a umezi suprafaţa epiteliului olfactiv şi de a servi ca solvent pentru substanţele odorante, pe care le îndepărtează pentru a putea recepţiona noi stimuli.

Expunerea repetată a celulelor senzitive la traume (infecţii sau alte cauze), conduce la distrugeri şi pierderi ale unor celule senzitive. Ca urmare, odată cu înaintarea în vârstă se ajunge la o diminuare a sensibilităţii olfactive. La animalele foarte bătrâne, epiteliul olfactiv poate prezenta un aspect atipic.

Mugurii gustativi

Mugurii gustativi reprezintă segmentul periferic al analizatorului gustativ. Ei sunt dispuşi la nivelul papilelor circumvalate, papilelor fungiforme şi foliate, precum şi al mucoasei faringelui sau a palatului moale.

La microscopul optic pot fi recunoscuţi uşor, apărând mai slab coloraţi faţă de ţesuturile din jur şi au formă particulară, asemănătoare cu un butoiaş. Ei sunt dispuşi de la membrana bazală a epiteliului bucal înspre suprafaţa acestuia, prezentând o bază mai largă spre membrana bazală şi o

porţiune apicală, mai îngustă, care se termină cu un orificiu ce poartă denumirea de por sau orificiu gustativ.

Mugurele gustativ conţine trei tipuri celulare: celule gustative, celule de susţinere şi celule bazale.

Celulele gustative sunt dispuse printre celulele de susţinere şi ocupă o poziţie centrală, existând aproximativ 10-14 celule pentru fiecare mugure gustativ. Celulele au formă alungită (fusiforme sau semilunare) şi capetele înguste (efilate). Nucleul lor are formă de bastonaş şi este heterocromatic. La polul apical prezintă microvili lungi care pătrund prin porul gustativ şi vin în contact cu saliva. Porţiunea bazală a celulelor se află în contact cu numeroase terminaţii nervoase fine care trec prin membrana bazală.

Celulele de susţinere sunt aşezate fie la periferia mugurelui gustativ, fie central şi apar lăţite şi încovoiate, asemănătoare cu doagele unui butoiaş. Nucleul lor este rotund, dispus central în celulă şi eucromatic. Secretă un material amorf care înconjoară microvilii celulelor gustative. Reprezintă suportul mecanic pentru celulele gustative, participând şi ele la delimitarea porului gustativ.

Celulele bazale sunt celule mici, localizate în apropierea membranei bazale, fără să ajungă la porul gustativ. Rolul lor este de a înlocui celulele gustative şi de susţinere uzate. Rata de înlocuire a celulelor senzoriale gustative cât şi a celor de susţinere este de 10-12 zile.

Mugurele gustativ este înconjurat de o reţea bogată de fibre nervoase (amielinice), care pătrund în mugure şi se ramifică în jurul celulelor gustative. Prin aceste fibre se transmit informaţiile gustative care caracterizează cele patru gusturi fundamentale: dulce, sărat, acru, amar.

EMBRIOLOGIE GENERALĂ

Embriologia este ştiinţa care studiază perioada prenatală a ontogenezei (stadiul pregametic, de zigot, embrion şi făt). Ea cuprinde două părţi: *embriologia generală* (embriogeneza) şi *embriologia specială* (organogeneza). Embriologia generală studiază primele etape ale dezvoltării prenatale: faza pregametică (gametogeneza), cea de zigot şi cea de embrion.

Gametogeneza

Deşi sexul genetic este stabilit în momentul fertilizării, celule germinale primordiale populează gonada indiferentă (prin migrare la mamifere şi prin vasele de sânge la păsări) în zile diferite ale gestaţiei în funcţie de specie: ziua 18 la suine, 21 la canide, 22 la ovine, 28 la caprine şi om. În stadiu iniţial, dezvoltarea gonadei este identică pentru ambele sexe şi formaţiunea poartă numele de gonadă indiferentă (ovotestis). Gonada indiferentă începe să se diferenţieze dintr-o zonă îngroşată a epiteliului celomic. Proliferarea zonală a celulelor şi mezenchimului subiacent, determină formarea unei proeminenţe care se numeşte creastă gonadală. Creasta gonadală este formată din celule dispuse compact care formează cordoane sexuale primitive. În acest stadiu, gonada indiferentă are o porţiune periferică numită corticală şi una centrală numită medulară.

Spermatogeneza

Spermatogeneza este procesul prin care, printr-o serie de diviziuni şi diferenţieri celulare, se formează celulele sexuale la mascul (spermatozoizii sau gameţii masculi). La embrionul de sex mascul (XY), corticala gonadei indiferente regresează şi medulara se diferenţiază în testicul. Celulele germinale primordiale migrează în cordoanele sexuale primitive, unde

proliferează intens. După primele săptămâni de viaţă intrauterină, cordoanele sexuale devin cordoane seminale. Cordoanele seminale sunt pline şi celulele care le alcătuiesc sunt toate de acelaşi fel. La un moment dat, proliferarea este însoţită de diferenţiere celulară. Astfel, celulele germinale primordiale sunt înlocuite de celule diferenţiate, dintre care unele sunt numite spermatogonii şi reprezintă celulele liniei spermatice, iar altele sunt celule nespermatogene. În continuare, pe tot parcursul vieţii fetale, spermatogoniile se înmulţesc şi mai mult, iar celulele nespermatogene iau aspectul de celule Sertoli. Primele spermatogonii care au provenit din celula germinală primordială sunt numite spermatogonii A_0. Acestea, printr-o diviziune nodală (homoheterotipică) dau naştere la o spermatogonie A_0 şi una mai evoluată A_1. La naştere, cordoanele seminale sunt populate cu spermatogonii A_1. Postnatal, cordoanele seminale cresc în diametru, dobândesc un lumen îngust şi se numesc de aici înainte tubi seminiferi. De la naştere şi până la pubertate se derulează un proces de proliferare a spermatogoniilor. Astfel, prin mai multe diviziuni homotipice, spermatogoniile A_1 se înmulţesc formând spermatogonii de acelaşi fel.

De la pubertate, spermatogoniile A_1 se divid homoheterotipic, rezultând spermatogonii A_1 care asigură continuitatea procesului şi spermatogonii B, mai diferenţiate. Din fiecare spermatogonie B, prin diviziune mitotică, iau naştere spermatocite de ordinul I, care sunt încă celule diploide. Acestea vor intra în prima diviziune meiotică dând naştere la spermatocite de ordinul II, care sunt celule haploide. Spermatocitele de ordinul II intră în cea de a doua diviziune meiotică şi dau naştere spermatidelor. Spermatidele nu se mai divid, ci se transformă în spermatozoizi printr-un proces de metamorfoză care poartă numele de spermiogeneză.

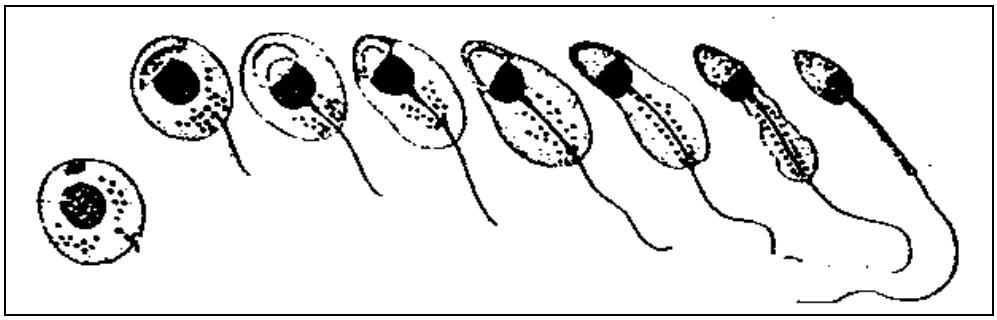

Fig. 15. Spermiogeneza

Spermiogeneza cuprinde o serie de modificări morfocitologice care au ca rezultat transformarea spermatidelor în spermatozoizi. Spermatida este o celulă ovală care conţine în citoplasmă un nucleu sferic, mitocondrii, complex Golgi şi doi centrioli. În evoluţia către spermatozoid, componentele celulare ale spermatidei suferă modificări specifice. Astfel, cromatina nucleară se organizează sub formă de granule mari, care apoi se aglomerează într-o masă omogenă, compactă şi densă. Nucleolul se fragmentează şi dispare ca entitate. În urma acestor procese, nucleul îşi reduce mult volumul, apoi se alungeşte şi ocupă o poziţie excentrică (polară). Prin fuzionarea macroveziculelor golgiene ia naştere o formaţiune numită veziculă acrozomială. Aceasta îşi pierde treptat conţinutul lichid se transformă într-o formaţiune de consistenţă densă, care se dispune şi acoperă ca un capişon polul nucleului devenind în final acrozom. Acrozomul acoperă 2/3 din suprafaţa nucleului şi conţine la interior enzimele necesare lizării membranelor ovocitului în momentul fecundaţiei (hialuronidaza, proteaze). Nucleul împreună cu acrozomul formează capul spermatozoidului. Cei doi centrioli vor avea o evoluţie diferită. În final, cel proximal se stabileşte la baza nucleului, opus polului acrozomial, iar cel distal se comportă ca un

corpuscul bazal, care prin alungire formează filamentul axial al cozii spermatozoidului. Mitocondriile spermatidei se dispun, în final, în jurul porţiunii anterioare a filamentului axial, la nivelul viitoarei piese intermediare a spermatozoidului, constituind teaca sau manşonul mitocondrial. Surplusul de citoplasmă împreună cu organitele şi incluziunile neutilizate, sunt eliminate sub forma unui corp rezidual. În final rămâne numai un strat subţire de citoplasmă, iar membrana celulară acoperă la exterior spermatozoidul.

Spermatozoizii rezultaţi la sfârşitul spermiogenezei, sunt maturi morfologic, dar imaturi funcţional. Ei se desprind de la suprafaţa celulelor Sertoli care i-au hrănit şi sunt împinşi către lumenul tubilor seminiferi, trec apoi prin rete testis, în epididim. În timpul traversării epididimului (până la 14 zile) ei dobândesc maturitate funcţională, devenind mobili şi viguroşi. De aici ajung în canalul deferent, canalul ejaculator şi uretră. Dacă nu sunt ejaculaţi, spermatozoizii degenerează şi sunt resorbiţi.

Durata unui ciclu spermatogenetic (de la spermatogonie la spermatozoid) este diferită în funcţie de specie (40-60 zile). Temperatura scrotală mai coborâtă decât a restului corpului, hormonii gonadotropi hipofizari şi vitamina E, sunt factori stimulatori ai spermatogenezei.

Spermatozoidul

Spermatozoidul este o celulă filiformă, flagelată şi mobilă. Lungimea lui este foarte diferită de la o specie la alta. La, armăsar, câine, om măsoară aproximativ 60 µm, la cocoş 100 µm, la şobolan 200µm. Spermatozoidului i se descriu un cap, un gât şi o coadă (flagel).

Capul spermatozoidului la mamifere este de formă ovoidă sau piriformă, iar la păsări are formă încurbată (ca o seceră). Jumătatea anterioară apare mai intens colorată deoarece această zonă este acoperită de

acrozom. La spermatozoidul de taur, capul măsoară 4-5 μm în lungime, iar grosimea este de 2 μm (este aplatizat). La acest nivel, se găseşte nucleul care are cromatina foarte condensată, iar în jurul acestuia un strat foarte subţire de citoplasmă şi la exterior membrana celulară. În extremitatea posterioară, capul spermatozoidului prezintă o depresiune numită fosă de implantaţie, în care se adăposteşte centriolul proximal. Peste extremitatea anterioară a capului se suprapune acrozomul.

Gâtul spermatozoidului este un segment scurt de numai 1 μm care face legătura între cap şi coadă.

Flagelul sau coada spermatozoidului prezintă 3 segmente: intermediar, principal şi terminal.

Segmentul intermediar se întinde de la gât la anulus şi conţine un complex filamentos axial format din microtubuli (unii dispuşi central şi alţii periferic) legaţi între ei de proteine fibrilare. Peste acestea se suprapune teaca spirală de mitocondrii, un strat subţire de citoplasmă şi membrana celulară.

Segmentul principal conţine central complexul filamentos axial ca în segmentul anterior, învelit de o teacă fibroasă densă, care se subţiază spre segmentul terminal.

Segmentul terminal este dispus în continuarea celui principal. La nivelul lui, teaca fibroasă dispare, filamentul axial este prezent, dar cu complexul de microtubuli subţiat, acoperit de un strat subţire de citoplasmă, dispusă sub membrana celulară.

Mobilitatea spermatozoizilor se datorează prezenţei în flagel a unei proteine contractile asemănătoare miozinei, numită tubulină. Deplasarea în căile genitale femele se face cu o viteză medie de 2 mm/minut. Viabilitatea spermatozoizilor este de 24 de ore în tractul genital femel, dar poate ajunge

până la 3-4 zile în criptele glandelor uterine şi în mucusul cervical. Ei pot fi însă conservaţi o perioadă lungă de timp prin crioconservare (la -196^{o}C).

Ovogeneza

Ovogeneza este procesul prin care se formează celulele sexuale la femelă. La embrionul XX, corticala gonadei indiferente se diferenţiază în ovar, iar medulara regresează. Celulele germinale primordiale, formate la nivelul sacului vitelin (lecitocel) migrează spre crestele gonadale, în primele săptamâni. Ele sunt încorporate în cordoanele sexuale primitive, la începutul celei de-a 6-a săptămână de gestaţie (la speciile la care gestația durează aproximativ 9 luni). Ajunse aici, celulele germinale primordiale se înmulţesc şi se diferenţiază în celule mai evoluate numite ovogonii. Ovogoniile continuă să se multiplice prin diviziune o perioadă mai lungă sau mai scurtă de timp în funcție de specie după care intră în profaza primei diviziuni meiotice, pe care însă nu o finalizează. Vor rămâne blocate în profaza primei diviziuni meiotice o oarecare perioada de timp (în funcție de specie). Din momentul intrării în prima diviziune meiotică, celulele poartă numele de ovocite de ordinul I. Cordoanele sexuale se fragmentează şi fiecare ovocit este înconjurat de câteva celule epiteliale turtite, rezultând un folicul ovarian primordial.

La naştere ambele ovare ale femelei conţin foliculi primordiali de ordinul sutelor de mii, cu diferenţe în funcţie de specie. Până la pubertate, numărul lor scade, astfel că vaca îşi începe activitatea sexuală având în ovare aproximativ 100.000 de foliculi primordiali, scroafa în jur de 120.000, iar femeia 400.000.

De la pubertate începe maturarea ciclică a foliculilor ovarieni. Cu ocazia fiecărui ciclu ovarian, mai mulţi foliculi primordiali îşi încep procesul

de maturare, dar numai unul sau câţiva dintre ei (în funcţie de specie), parcurg toate stadiile (folicul primar, secundar, terţiar). Ceilalţi involuează în cadrul unui proces denumit atrezie foliculară.

Când foliculul de Graaf îşi încheie dezvoltarea, ovocitul trece în metafază, apoi în anafază şi telofază. Va rezulta un ovocit de ordinul II şi o celulă mică numită globul polar sau polocit.

După terminarea primei diviziuni meiotice are loc dehiscenţa foliculară, care reprezintă procesul de expulzare a ovocitului din foliculul matur. Se creează o stare de tensiune în interiorul foliculului prin acumulare continuă de lichid folicular. Staza existentă la nivelul vaselor sanguine şi ischemia consecutivă favorizează expulzarea ovocitului. Sub acţiunea enzimelor proteolitice se produce liza, apoi ruperea peretelui folicular, în porţiunea superficială a acestuia (la nivelul stigmei). Se creează astfel un orificiu în peretele foliculului prin care ovocitul este catapultat la exterior, împreună cu lichidul folicular. Ovocitul este captat de pavilionul oviductului, după care migrează prin lumenul acestuia, înspre coarnele uterine. Ajuns în oviduct, ovocitul de ordinul II intră în cea de a doua diviziune meiotică, care se va finaliza numai dacă are loc fecundaţia. În caz contrar, a doua diviziune mitotică nu trece de metafază iar ovocitul degenerează după aproximativ 24 ore.

Ovula este cea mai mare celulă uninucleată din organismul mamiferelor, având un diametru cuprins între 60-200 µm, cu diferenţe de la o specie la alta. Astfel, ovocitul măsoară aproximativ 60 µm la şobolancă, 180-200 µm la iepuroaică, 180 µm la căţea, 120-150 µm la pisică, 100-150 µm la vacă etc. Ovocitul este de formă sferică şi prezintă un nucleu eucromatic, dispus central în celulă (uneori excentric). Nucleolul este mare, dens, intens bazofil.

În citoplasmă se găsesc organite celulare ca: reticul endoplasmic, mitocondrii, complex Golgi, lizozomi, ribozomi etc. Citoplasma ovocitului conţine de asemenea numeroase incluziuni (de lipide, glucide, proteine) care alcătuiesc aşa numitul vitelus. Cantitatea de vitelus este foarte diferită de la o specie la alta, fiind în relaţie directă cu dezvoltarea ulterioară a ovocitului. Astfel, la mamifere, ovulul găsind în uterul femelei substanţele necesare dezvoltării sale, nu are nevoie de rezerve foarte mari. În această situaţie cantitatea de vitelus este moderată şi dimensiunea ovocitului de asemenea. La păsări în schimb, ecloziunea se derulează la exteriorul corpului matern, motiv pentru care este necesară o cantitate foarte mare de vitelus. El trebuie să acopere necesarul de substanţe până la completa dezvoltare a embrionului. În acest context, ovulul păsărilor este foarte mare (de ordinul centimetrilor) şi conţine cantităţi însemnate de vitelus.

Fecundaţia

Fecundaţia este procesul biologic de întâlnire a gametului mascul cu cel femel, în vederea refacerii zestrei genetice specifice speciei. În urma fecundaţiei se formează celula ou (zigotul), din care va lua naştere noul organism. Fecundaţia devine posibilă doar după instalarea maturităţii sexuale la femelă. Maturitatea sexuală este materializată printr-o serie de modificări morfologice ciclice la nivelul aparatului genital femel, reglate de hormoni hipofizari şi ovarieni. Modificările succesive interesează ovarul, oviductul, uterul, cervixul şi vaginul, constituind ciclul sexual sau estral.

Fecundaţia se numeşte internă atunci când are loc în cavităţile tractului genital femel. Fecundaţia internă se întâlneşte la mamifere şi păsări. La unele specii de animale inferioare (peşti) fecundaţia are loc în mediul extern (în

afara organismului femel), motiv pentru care poartă numele de fecundaţie externă.

Fecundaţia internă are loc în urma inseminării, care reprezintă actul de depunere a spermatozoizilor în interiorul aparatului genital femel.

După ovulaţie, ovocitul de ordinul II este preluat de pavilonul oviductului şi dirijat spre lumenul acestuia. Deplasarea prin lumenul oviductului este lentă, fiind necesare aproximativ 8 ore până ovocitul ajunge în treimea lui distală. Deplasarea ovocitului este favorizată de direcţia de circulaţie a lichidului din lumenul oviductului înspre uter, de mişcarea cililor şi de peristaltismul generat de musculara oviductului. Dacă nu se întâlnesc în această porţiune, ovocitul se înconjoară de o membrană şi moare înainte de a ajunge în uter.

După inseminare, spermatozoizii se deplasează spre locul de întâlnire, ascensiune care durează aproximativ 1-5 ore. Spermatozoizii supravieţuiesc între 48 ore şi 4 zile la nivelul diferitelor segmente ale aparatului genital femel. În căile genitale la iapă, spermatozoizii rezistă până la 6 zile, până la 11 zile la cățea si chiar 21 de zile la păsarile domestice (găină). Având o perioadă de supravieţuire limitată, spermatozoizii trebuie să ajungă la locul de întâlnire în cel mai scurt timp posibil. Numai un procent mic din numărul total de spermatozoizi reuşesc să parcurgă cavitatea uterină şi să ajungă în treimea mijlocie sau anterioatră a oviductului (cel mult 5%). Ceilalţi, fie nu rezistă condiţiilor de pH, fie rămân captivi la nivelul pliurilor sau glandelor, iar o parte sunt fagocitaţi de către leucocite.

În momentul în care spermatozoizii vin în contact cu plasma seminală ei suferă procesul de *decapacitaţie*. Procesul constă în ataşarea la membrana spermatozoizilor a unei glicoproteine existente în plasma seminală, care inhibă enzimele acrozomiale. În această situaţie spermatozoizii nu pot utiliza

enzimele acrozomiale pentru a liza învelitorile ovocitului. Ca să devină apţi pentru fecundare, spermatozoizii trebuie în prealabil capacitaţi. Prin capacitaţie se înţelege lizarea factorilor de decapacitare de către o serie de enzime ca fertilizina, beta-glucuronidaza, beta-amilaza etc. Procesul de capacitaţie are loc la nivelul uterului şi al oviductului, având ca efect creşterea puterii de penetrare a spermatozoizilor. În urma capacitaţiei se produc modificări morfologice la nivelul acrozomului după care spermatozoizii pot elibera enzimele acrozomiale cu mare uşurinţă. Abia în acest stadiu spermatozoizii devin apţi pentru fecundare.

Procesul de ataşare dintre ovocit şi spermatozoid este controlat de un fenomen de recunoaştere, pe baza unor receptori celulari specifici. Aceşti receptori permit fecundarea numai dacă gameţii provin de la indivizi din aceeaşi specie.

Spermatozoizii care ajung în apropierea ovulei, înconjoară coroana radiată şi unii o traversează, dispersând celulele foliculare cu ajutorul mişcării flagelului şi prin intervenţia enzimelor acrozomiale. Tot cu ajutorul enzimelor acrozomiale este străbătută şi zona pelucida. La contactul primului spermatozoid cu membrana ovocitului se produc modificări fizico-chimice ale acesteia şi în spaţiul perivitelin se varsă conţinutul unor vezicule (enzime lizozomale) din citoplasma ovocitului. În urma acestui proces are loc inactivarea enzimelor acrozomiale ale altor spermatozoizi. Prin acest mecanism se asigură fecundarea monospermică a ovulei. Procesul în totalitatea lui este cunoscut sub denumirea de *reacţia zonei pelucida*.

Spermatozoidul care a străbătut zona pelucida ajunge în contact cu membrana ovocitului şi capul lui se ataşează de aceasta. În zona de contact, membranele celor doi gameţi fuzionează şi se rup, permiţând

astfel intrarea spermatozoidului în ovocit. Spermatozoidul pătrunde întreg (cap, gât, flagel), dar fără membrana de înveliş care rămâne ataşată de membrana celulară a ovocitului. La scurt timp flagelul se desprinde de gât, se resoarbe, iar capul spermatozoidului se roteşte 180^o astfel încât gâtul ajunge către nucleul ovocitului. La nivelul gâtului se găseşte centriolul proximal care, într-o fază mai avansată, se desprinde şi se dedublează. În acest timp ovocitul îşi termină cea de a doua diviziune meiotică, în urma căreia rezultă ovulul matur şi cel de al doilea globul polar. Nucleul ovulului se umflă şi se transformă în pronucleu femel. Capul spermatozoidului începe să crească în volum şi devine pronucleu mascul. Cei doi pronuclei se apropie până vin în contact. Membranele nucleare fuzionează şi are loc amestecarea materialului genetic al celor doi pronuclei, proces numit amfimixie. În acest fel ia naştere celula ou care are garnitură diploidă de cromozomi.

Fecundarea la păsări se derulează asemănător cu cea de la mamifere, doar că procesul se desfăşoară pe suprafaţa ovarului sau în pavilonul salpinxului. Ca o particularitate, spermatozoizii de cocoş au viabilitate mai mare decât cei de la mamifere, putându-şi păstra puterea fecundantă până la 21 zile. Datorită acestei particularităţi, ovulele de pasăre pot fi fecundate o anumită perioadă de timp chiar după separarea masculilor de femele.

Fecundaţia externă se întâlneşte la unele specii de peşti şi prezintă particularităţi legate de condiţiile de mediu.

Procesul de fecundaţie are o serie de consecinţe majore: activarea ovocitului care astfel îşi termină a doua diviziune meiotică şi elimină surplusul de ADN sub forma celui de al doilea globul polar, refacerea

numărului diploid de cromozomi caracteristic speciei şi determinarea sexului genetic.

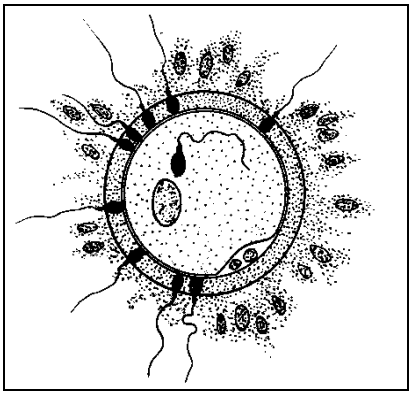

Fig. 16. Pătrunderea spermatozoidului în ovulă

Deşi în mod normal fecundaţia este posibilă doar între indivizi din aceeaşi specie, există şi excepţii. Fecundaţia este posibilă uneori şi între unele specii apropiate. Produsul rezultat este un hibrid, care prezintă caractere intermediare între cei doi părinţi, dar cu predominanţa caracterelor partenerului femel. Asemenea hibrizi se pot obţine prin încrucişarea măgarului cu iapa, dar şi a armăsarului cu măgăriţa. Produşii rezultaţi nu sunt identici şi în ambele cazuri sunt infertili. Dacă se încrucişează câinele cu lupul sau câinele cu şacalul, hibrizii rezultaţi sunt fertili (se pot reproduce).

Embriogeneza

Embriogeneza reprezintă prima parte a ontogenezei şi începe la încheierea fecundaţiei, parcurgând mai multe stadii: segmentarea propriu-zisă, morula, blastula, gastrula şi neurula.

Segmentarea

După fecundaţie, celula ou rămâne înconjurată de membrana pelucida care-i asigură protecţie pe tot traiectul anatomic al oviductului. În acest context, primele diviziuni celulare, formarea morulei şi a blastulei se derulează în spaţiul limitat de membrana pelucida, care rămâne integră până la formarea trofoblastului. Având în vedere faptul că ovulul mamiferelor conţine o cantitate mică de vitelus, segmentarea este totală, egală sau inegală şi asincronă. Segmentarea totală cuprinde toate componentele celulare care sunt împărţite celulelor fiice, numite blastomere.

La bovine, cabaline, ovine şi suine segmentarea este egală la primele două diviziuni, componentele celulare fiind împărţite în mod egal celulelor fiice. Începând cu a treia diviziune, segmentarea devine inegală, unul dintre blastomere fiind mai mare şi poartă numele de macromer, iar celălalt mai mic se numeşte micromer. De asemenea primele două diviziuni sunt sincrone, iar începând cu a treia ele devin asincrone.

La primate şi rozătoare, segmentarea este de la început inegală şi asincronă. Segmentarea este inegală deoarece chiar dacă materialul genetic este împărţit egal între celulele fiice, citoplasma este împărţită inegal. În felul acesta rezultă de la primele diviziuni celule de talie diferită numite macromere, respectiv micromere. Datorită taliei celulare diferite, segmentarea este asincronă, macromerele având raportul nucleoplasmatic mult în favoarea citoplasmei, se divid mai rapid decât micromerele. Datorită ritmului de multiplicare mai mare, macromerele se dispun periferic.

Odată cu creşterea numărului de blastomere, talia lor scade din cauza spaţiului limitat care se datorează faptului că membrana pelucida nu este extensibilă. Blastomerele care rezultă din primele diviziuni celulare au

caracter tutipotent pronunţat, în sensul că dacă sunt separate pot forma fiecare câte un embrion.

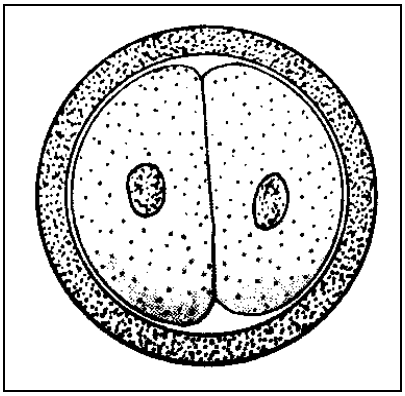

Fig. 17. Primele blastomere

Morula

Prin multiplicarea în continuare a blastomerelor (în spaţiul limitat de membrana pelucida) rezultă o formaţiune pluricelulară numită morulă (cu aspect de mură). În cadrul morulei, macromerele sunt dispuse la periferie, iar micromerele în zona centrală. În primele stadii de formare a morulei, celulele pot fi separate prin metode microchirurgicale, pentru a fi cultivate. Metoda este utilizată în biotehnologiile moderne de reproducţie.

Morula este formată din 32 sau 64 de blastomere la majoritatea speciilor de mamifere. La embrionul uman, morula este formată din aproximativ 16 blastomere. Timpul necesar formării morulei nu este identic pentru toate speciile de mamifere. Până se organizează morula, embrionul parcurge cea mai mare parte a traiectului oviductului. La primate şi rozătoare, oviductul este parcurs în 3 zile, dupa care embrionul pătrunde în uter (înconjurat de membrana pelucida). La scroafă, stadiul de morulă nu

este finalizat în oviduct, deoarece, în stadiul de 8 blastomere embrionul trece în uter. La alte specii (oaie, vacă, iapă), embrionul depăşeşte stadiul de morulă în perioada de tranzit prin oviduct, parcurgând şi stadiul următor (blastula).

La păsări, oul fecundat conţine în momentul când părăseşte oviductul (în zona discului germinativ), un embrion dezvoltat până la stadiul de gastrulă. El conţine de asemenea învelitorile specifice care permit dezvoltarea embrionului in afara corpului maternal.

Blastula

Creşterea numărului de micromere într-un spaţiu limitat (membrana pelucida este încă prezentă), determină nu numai scăderea taliei lor, ci şi modificarea formei. Astfel, micromerele ajung să fie dispuse strâns alăturate şi datorită compresiunii reciproce, pierd forma sferică devenind poliedrice. Formarea blastulei implică două fenomene : formarea trofoblastului şi formarea discului embrionar.

Formarea trofoblastului. Datorită compresiunii exercitate de lichidul sintetizat de micromere, macromerele dispuse la periferia morulei, devin turtite (aplatizate). Singura zonă în care macromerele rămân la forma lor cubică este cea din dreptul discului embrionar. Macromerele acoperă formaţiunea de jur împrejur, formând trofoblastul primar. În *momentul formării trofoblastului, membrana pelucida se dezintegrează*, dispărând ca entitate.

Formarea discului embrionar. Micromerele apar ca o masă compactă de celule delimitate la exterior de macromere. În acest stadiu, ele dobândesc funcţie secretorie, elaborând un lichid ce este eliminat în spaţiul intercelular. Lichidul elaborat de micromere în cantitate tot mai mare, se acumulează în interiorul morulei exercitând o presiune crescândă asupra celulelor. Se

formează o cavitate plină cu lichid, numită cavitate blastocelică sau lecitocel, iar micromerele se grupează la un pol (polul animal), rămânând în contact direct cu trofoblastul pe o zonă limitată. Privit dorso-ventral, grupul de micromere de la polul animal are forma unui disc ce poartă numele de disc embrionar sau blastodisc.

În cursul formării morulei şi blastulei, blastomerele folosesc pentru derularea diviziunilor celulare rezervele de vitelus. Când blastula este constituită, rezervele de material nutritiv şi energetic sunt epuizate. Din acest moment, trofoblastul vine în contact cu mucoasa uterină de la care preia material nutritiv elaborat de celulele secretorii ale epiteliului uterin (glucide, lipide, aminoacizi, proteine, enzime). Pentru realizarea acestui proces, celulele trofoblastului se diferenţiază în două direcţii: unele cu funcţie de absorbţie şi altele cu funcţie de prelucrare a materialelor absorbite.

Atâta timp cât embrionul este mobil se poate face recoltarea şi transferul de embrioni.

Implantarea şi nidarea

Din momentul în care rezervele de vitelus sunt epuizate, se stabilesc raporturi de contact foarte strânse între embrion (blastocist) şi mucoasa uterină. Mucoasa uterină este foarte îngroşată, cu vascularizaţie dezvoltată, glandele uterine crescute ca număr şi dimensiuni, iar din punct de vedere funcţional toate se află în hipersecreţie. Tot procesul se desfăşoară sub controlul hormonilor secretaţi de corpul galben. Raporturile care se stabilesc între blastocist şi caducă sunt diferite în funcţie de specie. La primate şi rozătoare, blastula pătrunde în profunzimea mucoasei uterine, proces numit nidare (nidus-cuib). La celelalte specii are loc o alipire a trofoblastului de mucoasa uterină, iar procesul poartă numele de implantare.

Nidarea are loc după ce mucoasa uterină este pregătită pentru primirea embrionului. Prin degranularea mastocitelor se eliberează substanţe vasoactive care determină modificări de permeabilitate vasculară cu extravazare de lichide şi aflux leucocitar mărit. Sub influenţa progesteronului, glandele uterine suferă procese de hiperplazie şi ramificare în profunzimea corionului. În urma acestor procese, mucoasa uterină suferă o hipertrofiere zonală ce poartă numele de „edem de gestaţie".

Pentru a realiza contactul cu mucoasa uterină, blastocistul se dipune cu discul embrionar înspre mucoasa uterină. În acest stadiu, trofoblastul este diferenţiat în citotrofoblast şi sinciţiotrofoblast. În prima fază, sinciţiotrofoblastul emite prelungiri digitiforme care pătrund în mucoasa uterină (fie în glande, fie în corion). Celulele sinciţiotrofoblastului înglobează detritusurile rezultate din dezintegrarea epiteliului uterin, iar celulele conjunctive din vecinătatea sinciţiotrofoblastului, iau aspect poligonal şi se încarcă cu lipide şi glucide, devenind celule deciduale. Epiteliul uterin se reface deasupra blastocistului, constituind decidua capsulară. Corionul endometrial aflat sub blastocist formează decidua bazală şi participă la constituirea placentei ca parte maternală. Celulele din zonele învecinate formează decidua parietală sau caduca. După pătrunderea în totalitate a blastocistului în mucoasa uterină, locul de pătrundere este obstruat cu un chiag fibrinos şi în acest moment nidarea este completă.

În funcţie de locul de fixare a embrionului, nidarea poate fi interstiţială sau excentrică. Nidarea de tip interstiţial (blastocistul topeşte epiteliul uterin, se adânceşte şi se cuibăreşte în grosimea mucoasei uterine), se întâlneşte la primate şi femeie. Nidarea de tip excentric (într-o cută a mucoasei uterine) se întâlneşte la rozătoare.

Implantarea se caracterizează prin stabilirea unor relaţii de contact între sinciţiotrofoblast şi mucoasa uterină. Relaţia morfologică între trofoblast şi mucoasa uterină este de apoziţie, chiar dacă trofoblastul pătrunde în glandele uterine (cu excepţia zonei carunculare de la rumegătoare). Între cele două componente rămâne un spaţiu prin care circulă produsul de secreţie al celulelor mucoasei sau glandelor, numit embriotrof. Locul de ataşare al embrionului la mucoasa uterină prezintă o creştere zonală a vascularizaţiei, aspectul fiind mai pronunţat la rumegătoare, suine şi unele rozătoare.

Încheierea proceselor de implantare sau nidaţie marchează începutul *perioadei de gestaţie*. Din acest moment, hrănirea embrionului devine de tip placentar, toate substanţele nutritive şi oxigenul fiind luate din sângele matern.

Gastrula

Gastrularea este procesul de constituire a celor trei foiţe embrionare: ectoderm, mezoderm şi endoderm. Ea are la bază procese de multiplicare şi diferenţiere a celulelor discului embrionar şi debutează la sfârşitul celei de a doua săptămâni de viaţă embrionară la majoritatea animalelor domestice şi cu câteva zile mai devreme la animalele de laborator. Discul embrionar va suferi la un moment dat modificări profunde. Astfel, celulele dinspre sacul vitelin (lecitocel) se multiplică, se diferenţiază devenind cubice şi se dispun pe un singur rând, dând astfel naştere primei foiţe embrionare, endoblastul. Ele proliferează în continuare, depăşesc periferia discului embrionar, acoperind faţa internă a trofoblastului până la polul antiembrionar, căptuşind sacul vitelin. Între discul embrionar şi regiunea trofoblastului de care el aderă, apar mici cavităţi, care treptat confluează formând cavitatea amniotică. Restul celulelor care au mai rămas din discul embrionar se

diferenţiază la celule înalte ce se dispun pe un singur rând, formând cea dea doua foiţă embrionară, ectoblastul. Cele două foiţe embrionare se suprapun una peste cealaltă, iar formaţiunea rezultată, văzută în spaţiu, are aspect de disc şi se numeşte din acest moment, disc embrionar didermic (bilaminar).

Din citotrofoblast se desprind şi se diferenţiază celule cu prelungiri fine ce se dispun sub formă de reţea în spaţiul dintre trofoblast şi cele două vezicule embrionare anterior formate (cavitatea amniotică şi lecitocel), formând mezenchimul extraembrionar. La un moment dat, în mezenchimul extraembrionar apar cavităţi mici care confluează ulterior şi formează o cavitate numită celomul extraembrionar (cavitatea celomică). Celulele care delimitează înspre exterior celomul extern se organizează sub forma a două foiţe numite pleure: *somatopleura extraembrionară,* dispusă peste cavitatea amniotică şi *splanchnopleura extraembrionară,* peste sacul vitelin.

În acest stadiu discul embrionar bilaminar, în spaţiu, are o formă ovoidă, cu o extremitate cefalică mai largă şi una caudală mai îngustă. La nivelul extremităţii cefalice apare placa procordală, care este o mică arie circulară formată din transformarea celulelor cubice ale endoblastului în celule înalte prismatice. Placa procordală indică locul viitoarei guri a embrionului. La nivelul extremităţii caudale, celulele ectoblastului se aglomerează, formând o mică pată circulară întunecată. Pata se alungeşte, devine ovală şi se îngroaşă la extremitatea caudală unde se formează un nod rotund, nodul posterior. Din acest nod se diferenţiază o bandeletă de celule ce se alungeşte anterior şi se termină printr-o proeminenţă semilunară cu o mică gropiţă centrală, nodulul lui Hensen. Ea poartă numele de linie primitivă şi reprezintă o îngroşare axială a ectodermului. Ea îşi îndoaie marginile în toată lungimea, luând aspectul de jgheab sau şanţ.

Când se ajunge în acest stadiu (în jurul a 3 săptămâni la vacă), începe dezvoltarea celei de a treia foiţe embrionare şi anume *mezoblastul*. Mezoblastul se va forma pe seama celulelor ectoblastului astfel: celulele ectoblastice de la nivelul liniei primitive se mobilizează şi se intercalează între ectoblast şi endoblast. Ele vor ocupa toată suprafaţa dintre ecto- şi endoblast, cu excepţia plăcii procordale şi a membranei cloacale (aflată caudal de linia primitivă). Odată cu apariţia mezoblastului embrionul devine trilaminar şi foiţele lui se numesc de acum înainte: ectoderm, mezoderm şi endoderm.

O seamă de celule ectoblastice migrează de la nodulul lui Hensen pe linia mediană până la placa procordală constituind un cordon plin, numit coarda dorsală, aşezat axial între ectoderm şi endoderm.

În această perioadă, peretele veziculei viteline emite un diverticul embrionar (numit diverticul alantoidian) care va creşte treptat şi va fi cuprins în grosimea cordonului ombilical. La unele specii de mamifere inferioare, alantoida are rol de rezervor pentru produse toxice de dezasimilaţie. La animalele de fermă şi om ea este doar o formaţiune rudimentară.

Evoluţia endodermului

Prin încurbarea embrionului, cavitatea amniotică se extinde înconjurând embrionul iar o mare parte din peretele sacului vitelin este încorporată în corpul embrionului. Mai rămâne un canal îngust care se numeşte canal omfalomezenteric şi el va fi inclus în final în cordonul ombilical.

Porţiunea sacului vitelin inclus în corpul embrionului, se va numi în acest moment, intestin primitiv. Intestinul primitiv prezintă trei porţiuni: *porţiunea anterioară* (intestinul anterior) închisă temporar de membrana

faringiană, *porţiunea mijlocie* (intestinul mijlociu) care comunică cu canalul omfalomezenteric şi *porţiunea posterioară* (intestinul posterior) închisă distal de membrana cloacală. Membrana cloacală, în timp, se subîmparte în două porţiuni: *membrana anală* şi *membrana genitală.* Membranele care închid porţiunea anterioară şi posterioară a intestinului primitiv vor fi resorbite, în mod normal, încă în viaţa intrauterină. În timp, pe traiectul intestinului se observă apariţia unor muguri embrionari care sunt primordiile viitoarelor organe.

Prin evoluţia şi diferenţierea celulelor endodermului se vor forma: epiteliul tubului digestiv (minus epiteliul bucal şi al canalului anal), epiteliul căilor respiratorii şi epiteliul pulmonar, epiteliul casei timpanului şi al trompei lui Eustachio, epiteliul vezicii urinare şi al uretrei (în întregime la femele şi al celei prostatice la masculi), epiteliul vaginului, celulele sexuale, parenchimul tiroidei, parenchimul paratiroidelor, reticulul timic, parenchimul ficatului, parenchimul pancreasului, parenchimul glandelor salivare, epiteliul amigdalian.

Evoluţia mezodermului

Cam în săptămâna a patra, de o parte şi de alta a corzii primitive, mezodermul se îngroaşă sub forma a două mase celulare ce poartă numele de *mezoderm paraaxial,* în continuare *mezodermul intermediar* sub forma a două regiuni îngustate şi lateral de acesta, *mezodermul lateral* ce se desparte în două foiţe: somatopleura şi splanhnopleura. Aceste foiţe se continuă cu foiţele omoloage extraembrionare, somatopleura cu cea de la nivelul cavităţii amniotice, splanhnopleura cu cea care acoperă sacul vitelin.

La un moment dat, mezodermul paraaxial începe să se fragmenteze. Fragmentarea este perfect simetrică (metamerică) şi are ca rezultat formarea

unor mase mezodermice absolut simetrice ce poartă numele de *somite*. La 20 zile embrionul are 1-4 perechi de somite, la 25 zile are 18-20 perechi de somite, la o lună are 35-40 perechi de somite. Fragmentarea metamerică începe în zona cranială a embrionului, în locul în care va apărea regiunea occipitală şi progresează caudal.

În interiorul fiecărei somite, celulele au formă poliedrică şi sunt dispuse strâns alăturate. La un moment dat se declanşează un proces de diferenţiere la nivelul celulelor din structura somitelor. Astfel, celulele din partea medio-ventrală a fiecărei somite iau un aspect mezenchimal (devin stelate, cu prelungiri, mobile). Porţiunile medio-ventrale ale somitelor poartă numele de *sclerotoame*. Din sclerotoame se va forma scheletul cartilaginos şi osos, vertebrele, coastele şi alte varietăţi de ţesuturi conjunctive.

Porţiunile dorso-laterale ale somitelor poartă numele de *dermomiotoame*. Celulele dermomiotomului dinspre sclerotom devin ovoide, se înmulţesc şi poartă numele de *mioblaste,* care vor genera musculatura scheletică. Celulele externe ale dermomiotomului iau tot aspect mezenchimal şi se extind sub tot ectoblastul (vor fi la originea dermului şi hipodermului pielii). În regiunea cefalică, mezodermul paraaxial nu formează somite.

Mezodermul intermediar se izolează de mezodermul paraaxial şi de cel lateral şi se fragmentează metameric, iar segmentele care se constituie poartă numele de *nefrotoame*. Porţiunea terminală rămâne nesegmentată, constituind cordoanele nefrogene (vor fi la originea nefronilor şi a căilor urinare extrarenale). Pe seama mezodermului intermediar se dezvoltă aparatul urogenital.

Mezodermul lateral clivat în cele două foiţe, somatopleura şi splanchnopleura, va participa la constituirea pereţilor laterocervicali ai trunchiului. Somatopleura va forma mezoteliul seroaselor parietale, iar

splanchnopleura va da mezoteliul seroaselor viscerale precum şi tunicile musculare şi conjunctive ale viscerelor. Din ambele pleuri se vor forma şi seroasele marilor cavităţi ale organismului (pleură, pericard, peritoneu). În regiunea cefalică, mezodermul lateral nu formează celom, ci se constituie în trei formaţiuni numite arcuri branhiale. Primul arc branhial se va împărţi apoi în două formaţiuni: una superioară sau maxilară şi una inferioară sau mandibulară. Al doilea arc se mai numeşte şi arc hioidian. Pe seama celor trei arcuri branhiale se formează scheletul, musculatura şi ţesutul conjunctiv al regiunii capului.

Pe seama mezodermului se formează: ţesuturile conjunctive propriu-zise, ţesutul osos, ţesutul cartilaginos, articulaţiile, muşchii netezi şi striaţi, celulele sanguine, pereţii inimii, ai vaselor sanguine şi limfatice, seroasele (pleură, pericard, peritoneu), rinichii, gonadele şi căile acestora (exceptând partea inferioară a vaginului), corticosuprarenala, splina, măduva osoasă, limfonodulii.

Evoluţia ectodermului (neurula)

Neurula reprezintă ultimul stadiu al organizării embrionare şi începutul organogenezei. Stadiul iniţial de formare a neurulei se caracterizează prin îngroşarea plăcii ectodermice pe seama multiplicării celulare rapide. Ectodermul din zona cranială se alungeşte caudal şi concomitent cu regresia liniei primitive se transformă în *placă neurală,* care acoperă coarda dorsală. Aceasta, treptat, va prezenta un şanţ neural ce se adânceşte şi ajunge să fie delimitat de două creste, numite *creste neurale*. Crestele neurale se vor apropia treptat până la fuzionarea lor şi astfel se ajunge ca şanţul neural să se închidă, devenind *tub neural*. În timp ce tubul neural se închide, marginile lui (crestele neurale) se izolează şi formează o

bandă (lamă intermediară) între tubul neural şi ectodermul, care se reface dorsal. Lama intermediară se desparte în două coloane, care se fragmentează metameric (ca somitele) şi din fragmentele rezultate se formează ganglionii cranieni şi spinali, ganglionii vegetativi precum şi medulosuprarenala. Tubul neural nu are acelaşi calibru pe toată întinderea lui, fiind mai dilatat în regiunea cefalică care va da naştere encefalului şi de calibru uniform în rest, zonă din care se va forma măduva spinării.

Pe seama plăcii neurale şi a tubului neural se formează: întreg sistemul nervos (central şi periferic, somatic şi vegetativ), receptorii organelor de simţ (retina, mucoasa olfactivă, urechea internă). Din restul ectodermului vor lua naştere: epidermul pielii, părul, unghiile, copitele, coarnele, epiteliul glandelor sebacee şi sudoripare, componenta secretorie a glandei mamare, epiteliul mucoasei bucale, hipofiza, epifiza, medulosuprarenala, smalţul dinţilor, epiteliul mucoasei nazale, conjunctiva ochiului, glandele lacrimale, cristalinul, partea externă a membranei timpanice, epiteliul uretrei la mascul (mai puţin a porţiunii prostatice), epiteliul orificiului anal.

Placenta

Placenta este un organ temporar, care asigură protecţia şi nutriţia produsului de concepţie pe toată perioada gestaţiei. Prin intermediul placentei sunt transferate din organismul matern oxigenul şi substanţele necesare dezvoltării fetusului. Acest transfer este selectiv pentru a împiedica trecerea unor substanţe dăunătoare sau microorganisme de la mamă la făt. Placenta este constituită din două componente: *componenta fetală*, care se formează pe seama trofoblastului şi *componenta maternă*, reprezentată de mucoasa uterină pregătită hormonal pentru gestaţie.

Dezvoltarea placentei

Componenta fetală a placentei se formează prin înmulţirea celulelor trofoblastului dispuse în dreptul cavităţii amniotice. Celulele trofoblastului sunt dispuse pe două straturi, cel intern purtând numele de citotrofoblast.

La un moment dat, celulele stratului extern se înmulţesc şi fuzionează între ele alcătuind o masă citoplasmatică multinucleată numită sinciţiotrofoblast.

Treptat, citotrofoblastul se extinde şi ajunge să înconjoare blastocistul, iar sinciţiotrofoblastul va acoperi citotrofoblastul pe toată suprafaţa sa.

Mai departe, sinciţiotrofoblastul suferă o modificare lacunară, în sensul că în masa lui încep să apară mici cavităţi care confluează între ele devenind din ce în ce mai mari. Aceste cavităţi devin atât de mari încât din sinciţiotrofoblast nu mai persistă decât nişte pereţi despărţitori numiţi trabecule. Acesta este *stadiul trabecular* de dezvoltare al placentei. Ulterior, în fiecare trabeculă pătrund celulele citotrofoblastului, dând naştere la formaţiuni cu aspect de vilozităţi, iar stadiul se numeşte *stadiul vilozitar* de dezvoltare al placentei.

Vilozităţile placentare definitive se consolidează mai târziu, atunci când se dezvoltă primul ţesut conjunctiv embrionar (mezenchimul). Acesta pătrunde în axul fiecărei vilozităţi şi formează corionul vilozităţilor placentare fetale. Odată cu acesta migrează şi grupuri de celule care vor da naştere capilarelor sanguine. În acest moment vilozităţile placentare fetale sunt formate şi poartă numele de vilozităţi coriale. Aceste vilozităţi prezintă un ax central format din corion bine vascularizat de reţele capilare, acoperit la periferie de citotrofoblast peste care se dispune sinciţiotrofoblastul.

Vilozităţile coriale fetale sunt bogat ramificate şi stabilesc raporturi cu mucoasa uterină. Pentru a putea realiza schimbul de substanţe între mamă şi produsul de concepţie, necesare dezvoltării acestuia până în momentul fătării, vilozităţile coriale fetale se pun în raporturi cu cele ale componentei materne. O parte dintre ele pătrund adânc în mucoasa uterină cu scopul de a fixa placenta, motiv pentru care sunt denumite vilozităţi „crampon". Majoritatea vilozităţilor pătrund doar în straturile superficiale ale endometrului şi au rolul de a asigura schimburile între mamă şi făt.

Dispoziţia vilozităţilor pe suprafaţa placentei fetale este diferită, astfel că din punct de vedere ***macroscopic*** avem următoarele tipuri de placentă: difuză completă, difuză incompletă, zonală, cotiledonară şi discoidală.

Placenta difuză completă prezintă vilozităţi răspândite uniform pe toată suprafaţa corionului embrionar. O astfel de placentă se întâlneşte la toate solipedele.

Placenta difuză incompletă, la care vilozităţile lipsesc pe anumite zone. Acest tip de placentă se întâlneşte la suine.

Placenta cotiledonară are vilozităţile localizate pe zone circumscrise (insule) numite *cotiledoane*. Corionul dintre cotiledoane nu preziontă vilozităţi. Cotiledoanele au formă convexă la vacă, concavă la oaie şi sunt plate la capră. Fiecărui cotiledon îi corespunde o proeminenţă (îngroşare) a mucoasei uterine, numită *caruncul*. Din punct de vedere macroscopic, caruncului se aseamănă cu un burete şi prezintă nişte adâncituri numite cripte carunculare. În aceste cripte pătrund vilozităţile cotiledoanelor. Caruncului sunt bine vascularizaţi dar nu prezintă glande. Prin angrenarea unui cotiledon cu un caruncul se formează *placentomul* care constituie unitatea morfofuncţională a placentei la rumegătoare. Placentoamele sunt dispuse

relativ ordonat pe patru rânduri în fiecare corn uterin iar ca număr variază în funcţie de specie (80-120). Placenta cotiledonară se întâlneşte la rumegătoare.

Placenta zonală prezintă vilozităţile dispuse ca un brâu de jur împrejurul zonei mediane. Ea este puternic ancorată la endometru. Acest tip de placentă se întâlneşte la carnasiere.

Placenta discoidală prezintă vilozităţile dispuse pe o zonă circumscrisă (ca un disc). La acest tip de placentă vilozităţile coriale sunt foarte ramificate şi asigură legături ferme între componenta fetală şi cea maternă. Placenta discoidală este prezentă la rozătoare, insectivore şi primate.

Componenta maternă a placentei este reprezentată de mucoasa uterină pregătită pentru gestaţie care, în această situaţie, poartă numele de caducă sau deciduă. Endometrul participă la formarea placentei cu epiteliul uterin şi corionul (lamina propria). Celulele epiteliale ale mucoasei uterine (în special cele din glandele uterine) elaborează o secreţie semifluidă, alb lăptoasă numită lapte uterin (histiotrof, embriotrof). Această secreţie asigură nutriţia embrionului în primele stadii de dezvoltare (până la dezvoltarea reţelei vasculare placentare). Corionul uterin apare îngroşat în perioada de gestaţie. Zona spongiformă se îngroaşă prin proliferarea şi ramificarea glandelor uterine, iar cea compactă prin proliferarea şi citodiferenţierea celulelor conjunctive stromale.

Cu toate că nu participă direct la formarea placentei, miometrul suferă şi el unele modificări. Astfel, celulele musculare netede suferă procese de hiperplazie şi hipertrofie, vasele sanguine sunt puternic congestionate, iar ramificaţii ale arterelor şi venelor de aici pătrund în corionul mucoasei uterine.

Prin unirea componentei fetale cu cea maternă se realizează placenta. În funcţie de modalitatea de ataşare a celor două componente şi a raporturilor care se stabilesc între ele, se deosebesc două categorii de placentă: prin apoziţie şi prin concrescenţă.

Placenta prin apoziţie realizează un simplu contact de suprafaţă, în aşa fel încât ambele componente îşi păstrează integritatea. Acest tip de placentă este întâlnit la ecvine, suine şi parţial la rumegătoare (în zona dintre carunculi).

Placenta prin concrescenţă se caracterizează prin acea că vilozităţile coriale îşi păstrează structura intactă, în timp ce mucoasa uterină suferă modificări mai discrete sau mai pronunţate (în funcţie de specie).

Pentru realizarea schimburilor dintre mamă şi făt este necesară traversarea de către substanţele care urmează a fi transferate, a tuturor componentelor care se interpun între sângele matern şi cel fetal. Ele alcătuiesc aşa numita ***barieră fetoplacentară.*** Numărul maxim al componentelor barierei fetoplacentare este de 6 şi anume, trei din partea fătului (endoteliul capilar fetal, corionul vilozităţii fetale şi trofoblast) şi trei din partea mamei (epiteliul uterin, corionul matern şi endoteliul capilar matern). Sinciţiotrofoblastul care acoperă vilozităţile fetale are posibilitatea să lizeze (enzimatic) componentele materne. Acest proces este diferit în funcţie de specie. Astfel, la unele specii epiteliul mucoasei uterine nu este lizat, la altele este lizat zonal, la altele este lizat atât epiteliul cât şi corionul, iar la altele inclusiv peretele vaselor sanguine materne. Aceste diferenţe mari de la o specie la alta fac, ca din punct de vedere ***microscopic***, să existe următoarele tipuri de placentă: epiteliocorială, sindesmocorială, endoteliocorială şi hemocorială.

Placenta epitelio-corială, este tipul cel mai simplu de placentă la care vilozitatea corială fetală realizează contacte cu caduca fără să lizeze nici unul dintre componentele placentei materne. Va dispărea numai sinciţiotrofoblastul, astfel că citotrofoblastul este în raporturi de contiguitate cu epiteliul uterin. Vilozităţile coriale pătrund în criptele mucoasei uterine pentru a stabili raporturi cu celulele epiteliale. Între citotrofoblast şi epiteliul uterin mai rămâne un mic spaţiu prin care poate circula laptele uterin (histiotroful) produs de celulele glandelor uterine şi a celor de la suprafaţa mucoasei uterine. Acest tip de placentă se întâlneşte la iapă, măgăriţă, scroafă, cămilă, căprioară etc. În timpul fătării placenta epitelio-corială se desprinde de cea maternă fără nici o dificultate aşa încât nu se produc leziuni la nivelul mucoasei uterine. În aceste condiţii placenta epitelio-corială este eliminată la fătare fără hemoragie, motiv pentru care poartă numele de placentă nedeciduată (adeciduată). Bariera fetoplacentară este formată, în acest caz, din următoarele componente: endoteliul capilar fetal, corionul vilozităţii fetale, citotrofoblast, epiteliul uterin, corionul matern şi endoteliul capilar matern. Acest tip de placentă permite un transfer selectiv eficient al substanţelor de la mamă la făt şi invers, asigurând cea mai bună protecţie a fătului împotriva substanţelor dăunătoare sau a microorganismelor care încearcă să străbată această barieră. Din păcate acest tip de placentă nu permite trasferul transplacentar al anticorpilor de la mamă la făt, deoarece ei nu pot să străbată o barieră formată din atât de multe straturi. În aceste condiţii, transferul anticorpilor de la mamă la făt se poate face numai după fătare, prin intermediul colostrului.

Placenta sindesmo-corială se caracterizează prin faptul că sinciţiotrofoblastul lizează zonal epiteliul uterin. În aceste zone citotrofoblastul vilozităţilor coriale fetale vine în contact direct cu corionul

mucoasei uterine. În aceste zone specializate se organizează placentoamele la nivelul cărora se realizează schimburile dintre mamă şi făt. La nivelul placentoamelor vilozităţile coriale sunt bine ancorate în mucoasa uterină (direct în corionul matern). Placenta sindesmo-corială se întâlneşte la vacă, capră, oaie. Densitatea placentoamelor nu este aceeaşi la speciile amintite, cele mai multe fiind la oaie şi capră. La fătare placenta sindesmo-corială se desprinde mai greu, aşa încât eliminarea ei în timpul parturiţiei sau în perioada imediat următoare se realizează cu pierderi parţiale de ţesut la nivelul placentoamelor, fiind placentă semideciduată. Modul particular de ancorare al cotiledoanelor la caruncuIi face ca uneori cele două componente ale placentomului să nu se separe la fătare şi nici în perioada imediat următoare, situaţie în care apare retenţia placentară.

În cazul placentei sindesmo-coriale, bariera fetoplacentară este alcătuită (la nivelul placentoamelor) din: endoteliul capilar fetal, corionul vilozităţii fetale, citotrofoblast, corionul matern şi endoteliul capilar matern. Principii nutritivi şi gazele vor străbate ceva mai uşor decât în cazul placentei epitelio-coriale bariera fetoplacentară, care aici are 5 componente. Cu toate acestea, nici acest tip de placentă nu permite transferul anticorpilor din sângele matern în circulaţia fetală. Şi la speciile care prezintă acest tip de placentă, transferul anticorpilor de la mamă la făt se poate realiza doar prin intermediul colostrului.

Placenta endotelio-corială are caracteristic faptul că sinciţiotrofoblastul lizează enzimatic atât epiteliul cât şi corionul mucoasei uterine, aflate în dreptul vilozitoţii coriale. În aceste condiţii vilozitatea corială vine în contact direct cu peretele capilarelor (cu celulele endoteliale). Datorită acestui mod de ancorare ea este numită placentă endotelio-corială. Vilozităţile coriale sunt puternic ancorate în endometru**,** care prezintă două

zone, superficială şi profundă. În zona superficială (labirintică) vilozităţile coriale vin în contact cu endoteliul capilarelor din corionul matern. În zona profundă (spongioasă), vârful vilozităţilor coriale pătrunde până la fundul glandelor uterine (până în apropierea miometrului). La fătare se elimină o parte din mucoasa uterină, respectiv zona labirintică care se desprinde de zona spongioasă. O dată cu dezancorarea placentei sunt rupte şi unele capilare din criptele uterine, rezultând o uşoară hemoragie. Placenta endotelio-corială este caducă, deoarece în timpul parturiţiei se elimină zona superficială a endometrului (decidua sau caduca endometrului).

Placenta endotelio-corială se întâlneşte la carnasiere şi ca mod de desprindere este deciduată. Bariera fetoplacentară este formată din: endoteliul capilar fetal, corionul vilozităţii fetale, citotrofoblast şi endoteliul capilar matern. Având în vedere faptul că la acest tip de placentă sângele matern este despărţit de cel fetal prin doar patru straturi, schimburile între mamă şi făt se realizează relativ uşor şi rapid. Placenta endotelio-corială permite trecerea parţială a anticorpilor din sângele matern în circulaţia fetală, aşa încât puii acestor animale au în sânge la fătare anticorpi de origine maternă.

Placenta hemo-corială prezintă toate componentele placentei materne lizate (epiteliul uterin, corionul şi endoteliul capilar matern), astfel încât vilozităţile coriale fetale se scaldă în lacune de sânge matern. Pereţii acestor lacune sunt delimitaţi de septe conjunctive care se dezvoltă în jurul vilozităţilor coriale. La acest tip de placentă, vilozităţile coriale pătrund adânc în mucoasa uterină, ajungând în stratul spongiform, până în apropierea miometrului. La fătare, desprinderea placentei se face prin pierderea zonei labirintice, iar în zona de contact a vilozităţilor se produc hemoragii datorită ruperii lacunelor cu sânge matern.

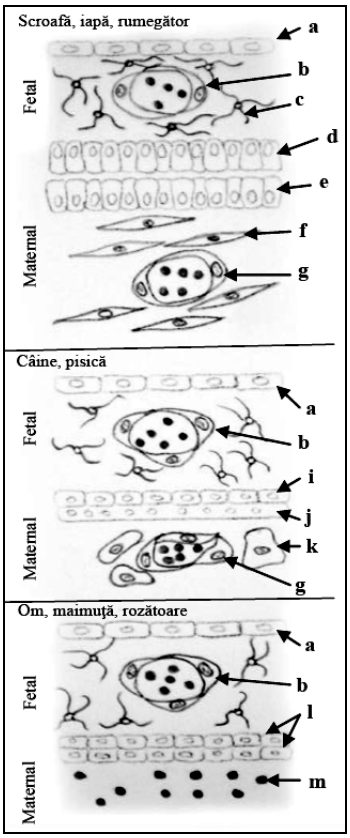

Fig. 18. Clasificarea histologică a placentei: (a) alantoidă endodermică, (b) endoteliu fetal, (c) mezenchim, (d) corion ectodermic, (e) epiteliu maternal, (f) tesut conjunctiv, (g) endoteliu maternal, (i) citotrofoblast, (j) sinciţiotrofoblast, (k) celule deciduale maternale, (l) trofoblast, (m) sânge maternal.

Placenta hemo-corială este deciduată, fiind cea mai hemoragică la desprindere. Şi acest tip de placentă este caducă, deoarece în timpul parturiţiei, zona labirintică a endometrului este eliminată împreună cu componenta fetală. Hemoragia nu este persistentă deoarece arteriolele care asigură vascularizarea lacunelor colabează sub acţiunea ocitocinei eliberată în timpul parturiţiei.

Placenta hemo-corială se întâlneşte la rozătoare şi la primate. Bariera fetoplacentară este reprezentată doar de componentele fetale: endoteliul capilar fetal, corionul vilozităţii fetale şi citotrofoblast. Prin această barieră formată doar din componentele fetale, schimburile dintre mamă şi făt se realizează forte rapid, ceea ce reprezintă un avantaj. Acest tip de placentă permite transferul anticorpilor din sângele matern în circulaţia fetală, astfel că nou-născutul posedă în sânge anticorpi de origine maternă care îi asigură protecţia antiinfecţioasă în prima perioadă de viaţă.

Din păcate există şi dezavantaje în sensul că unele substanţe toxice, substanţe medicamentoase, unele microorganisme (virusuri, bacterii, fungi) pot străbate această barieră cu numai trei straturi. Având în vedere faptul că placenta hemo-corială este cea mai permeabilă, şoarecii şi şobolanii sunt utilizaţi în laborator pentru controlul toxicităţii unor substanţe.

Fiind organul care asigură schimburile dintre mamă şi făt pe parcursul unei perioade lungi de timp, placenta îndeplineşte un număr mare de funcţii şi anume: *respiratorie, metabolică, de excreţie şi detoxifiere, protectoare, endocrină* etc.

BIBLIOGRAFIE

1) ADLERSBERG L.; S. BRĂTIANU; C. CRIŞAN; M. GÜNDISCH; A. HAGI PARASCHIV; I. NICULESCU; C. RÂMNICEANU; A. ŢUPA (1955), Histologie, Volumul II, Editura Medicală, p. 247-262, Bucureşti
2) AUGHEY E., FRYE F.L., 2001 - Comparative Veterinary Histology with clinical correlates, Manson Publishing, London
3) BACHA, W.J.JR, LINDA M. WOOD, 1990 - Color Atlas of Veterinary Histology, LEA & FEBIGER.
4) BANKS W.L., 1996 – Apllied veterinary histology, second edition, Williams&Wilkins Baltinmore, U.S.A.
5) BARELIUC L., N. NEAGU, 1987 - Embriologie umană normală şi patologică, Ed. Medicală, Bucureşti
6) BÎRŢOIU I.A; F. SEICIU (2004), Tratat de reproducţie la animale, Ed. ALL, Bucureşti
7) BLOOM W., FAWCETT D.W., 1975 - A Textbook of Histology, W.B. Saunders Company, Philadelphia.
8) BOTĂREL S., COTEA C. ŞI GABOREANU M., 1982 - Histologie şi Embriologie, Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
9) CERNESCU H. (2004), Ginecologie Veterinară, Ed. Cecma Partner, Timişoara
10) COMAN T., N. CORNILĂ, 1999, Embriologie veterinară, Ed. Fundaţiei „România de Mâine".
11) COMAN T., N. CORNILĂ, 2002 - Structura şi ultrastructura ţesuturilor la animale, Ed. Fundaţiei „România de Mâine".
12) CORNILĂ N., 2000, Morfologia microscopică a animalelor domestice, Vol. I, Ed. Bic All, Bucureşti.
13) CORNILĂ N., N. MANOLESCU, 1995, Structura şi ultrastructura organelor la animalele domestice, Ed. Ceres, Bucureşti.
14) COTEA C., 1992, Biologie celulară, Histologie şi Embriologie, Vol. II, Ed. Lito, I.A., Iaşi.

15) COTEA C., 2001, Biologie celulară, Histologie generală, Embriologie generală, Ed. Tehnopress, Iaşi.
16) COTRAN R.S., KUMAR V., ROBBINS S.L., 1994 - Pathologic basis of disease, 5-th Edition, W.B. Saunders Company, Philadelphia.
17) COŢOFAN V., PALICICA R., HRIŢCU V., ENCIU V., 1999 - Anatomia animalelor domestice, Vol. I, Ed. Orizonturi universitare, Timişoara.
18) CURRAN, R.C., Colour Atlas of Histology, 1985 - Harvey Miller Publishers Oxford University Press.
19) DAMIAN A., 2001 - Anatomie comparată- sistemul cardiovascular, Ed. Academicpres, Cluj-Napoca.
20) DICULESCU I., ONICESCU DOINA, POPESCU L.M., POPESCU M., VIDULESCU CRISTINA, 1987 - Histologie medicală, Ed. Medicală, Bucureşti.
21) DICULESCU I., ONICESCU DOINA, RÎMNICEANU C., 1970 - Histologie, Vol. I, Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
22) DICULESCU I., ONICESCU DOINA, RÎMNICEANU C., 1971 - Histologie, Vol. II, Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
23) DRUGOCIU D.GH.; L.GH. RUNCEANU (2004), Optimizarea reproducţiei la ovine, Editura „Ion Ionescu de la Brad", Iaşi
24) ERLANDSEN S. L., MAGNEY J. E., 1992 - Color atlas of histology, Mosby Year Book, London.
25) GABE M. (1968), Techniques Histologiques, Masson Et C^{ie}, Editures, Paris
26) Gluhovschi N., 1983, Biologia şi patologia placentei la animale, Ed. Ceres, Bucureşti.
27) GRIGORESCU SIDO F., 1998 - Embriologie generală şi specială, Ed. Casa cărţii de ştiinţă, Cluj-Napoca.
28) GROZA I.; M. MUNTEAN **(**2002), Elemente de fiziologia reproducţiei la animale, Ed. AcademicPress, Cluj-Napoca
29) GROZA I.; I. MORAR (2004), Andrologie veterinara, Editura Gryphon, Brasov

30) HAFEZ E.S.E.; B. HAFEZ (2000), Reproduction in Farm Animals, Seventh Edition, Ed. Lippincott William&Wikins, United States of America
31) IFRIM M., CĂPUŞAN C., 1983 - Morfologia şi patologia ţesutului conjunctiv, Ed. Medicală, Bucureşti.
32) IONESCU G., SZABO I., 1993 - Splina, Ed. Dacia, Cluj – Napoca.
33) JUNQUEIRA L.C., CARNEIRO J., KELLY R.O., 1992 - Basic Histology, Appleton & Lange Company.
34) JUNQUEIRA L.C., CARNEIRO J., KELLY R.O., 1995 - Basic Histology, Appleton & Lange Company.
35) JUNQUEIRA L.C., CARNEIRO J., KELLY R.O., 1998 - Basic Histology, 7-th Edition, Appleton & Large Noewalk, Connecticut.
36) KIERNAN J.A. (1990), Histological&Histochemical Methods, 2nd Edition, Pergamon Press, Oxford, New York, Tokyo, Toronto
37) KURT E., JOHNSON PH. D., 1991 - Histology and cell biology, Harwal Publishing Company, Pennsylvania.
38) LEESON R.C., LEESON T.S., PAPARO A.A., 1985 - Textbook of histology, W.B. Saunders Company, Philadelphia.
39) LISOVSCHI-CHELEŞANU C., 1996 - Histologie animală, Ed. Genesis, Cluj – Napoca.
40) MANOLESCU N., DICULESCU I., COŢOFAN V., 1982 - Histologie comparată în scanning, Ed. Ceres, Bucureşti.
41) McGALVIN M.D., ZACHARY J.F., 2007 – Pathologic basis of veterinary disease, fourth edition, Mosby Elsevier Inc.
42) McGEADY T.A., P.J. OUINN, E.S. FITZ PATRICK, M.T. RYAN, S. CAHALAN 2006 - Veterinary embryology, Ed. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
43) MEDERLE O.,C. MEDERLE, M. RAICA, 1999 - Histologia şi fiziologia rinichiului, Ed. Mirton Timişoara.
44) MICLĂUŞ V., C. PAŞCA, C. LISOVSCHI – CHELEŞANU, 1999 - Histologie şi tehnică microscopică, Ed. Risoprint, Cluj – Napoca.

45) MICLĂUŞ V., PUŞCAŞIU DANA, PUŞCAŞIU M., 1998 - Histologie generală, Ed. Risoprint Cluj-Napoca.
46) MICLEA M., MIREŞAN VIOARA, MICLĂUŞ V., 1998 - Anatomia şi histologia animalelor domestice, vol I., Ed. Genesis, Cluj-Napoca.
47) MORARU I., 1984 - Imunologie, Ed. Medicală, Bucureşti.
48) MUNTEAN, M.; I. GROZA; A. ŞONEA (1995), Patologia aparatului genital şi a glandei mamare la carnivorele domestic, Partea I: Aparatul genital şi glanda mamara la femele, Ed. Tipo Agronomia, Cluj-Napoca
49) MUREŞAN E., M. GABOREANU; A.T. BOGDAN; A.I. BABA (1974), Tehnici de histologie normală şi patologică, Ed. Ceres Bucureşti.
50) OANA L., A. TIMEN, Fl. BETEG, 2006, Anesteziologie şi propedeutică chirurgicală veterinară, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca.
51) PAPILIAN V.V., ROŞCA GH. V., 1977 - Tratat elementar de histologie, vol. I, Ed. Dacia, Cluj-Napoca.
52) PAPILIAN V.V., ROŞCA GH. V., 1978 - Tratat elementar de histologie, vol. II., Ed. Dacia, Cluj-Napoca.
53) PINTEA A., 2002 - Histologie des tissus, Ed. Risoprint Cluj-Napoca.
54) POPOVICI I.; DAMIAN A.; POPOVICI N.; CHIRILEAN IOANA (2003), Tratat de Anatomie Comparată, Ed. AcademicPres, Cluj-Napoca
55) PREDOI G.; BELU C. (2001), Anatomia animalelor domestice – Anatomie clinică, Ed. BIC ALL, Bucureşti
56) PUŞCAŞIU DANA, M. PUŞCAŞIU, T.T. MAGHIAR, V. MICLĂUŞ, 1999 - Histologie, Editura Universităţii din Oradea.
57) RAICA M.,O. MEDERLE, I-D CĂRUNTU, A. PÎNTEA, A-M. CHINDRIS, 2004 - Histologie teoretică şi practică, Ed. Brumar Timişoara.
58) ROSS H.M., AND REITH J.E., 1985 - Histology a text and atlas, Harper International Company.
59) RUNCEANU L.; C. COTEA (2001), Reproducţie, Obstetrică şi Ginecologie Veterinară. Ed.”Ion Ionescu de la Brad”, Iaşi.

60) SANDERSON J.B., 1994 - Biological Microtechniques, Bios Scientific Publishers, Oxford.
61) SARAGEA M., 1987 - Tratat de fiziopatologie, Vol. II, Ed. Academiei Republicii Socialiste România, Bucureşti.
62) SOLCAN CARMEN, 2006 - Histologie şi Embriologie, Ed. Performantica, Iaşi.
63) STEOPE I., 1967 - Citologie, histologie şi embriologie, Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
64) TERZIS J. K., SMITH K. L., 1990 - The peripheral nerve, Reaven Press, New – York.
65) THOMAS C., 1989 - Histopatology, B.C. Decker Inc., Toronto, Philadephia.
66) VELICAN C., VELICAN D., 1970 - Organizarea macromoleculară a ţesutului conjunctiv, Ed. Academiei R.S.R..
67) ZARNEA G., 1990 - Tratat de Microbiologie Generală, vol. IV, Ed. Academiei Române, Bucureşti.